


IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD, IMAGE TRANSMISSION/RECEPTION SYSTEM AND METHOD, AND PROVIDING MEDIUM

Also published as:



GB2335326 (A)

Cited documents:

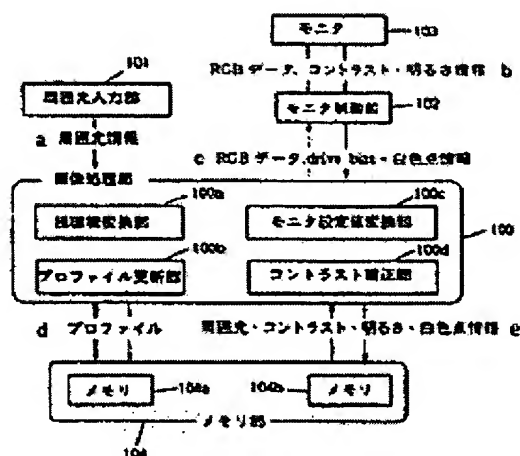
JP8115067
JP2109396U
JP6105331

JP6105331

Report a data error here

Abstract of WO9923637

Ambient light information (visual environment information) inputted from an ambient light input unit (101) is fed to a visual environment conversion unit (100a), where the colorimetric value of a monitor (103) is found. The colorimetric value is fed to a profile update unit (100b) and a contrast correction unit (100d), which corrects the contrast in accordance with the colorimetric value. The information on the setting of the monitor (103) fed from a monitor control unit (102) is fed to a monitor setting value conversion unit (100c), where a TRC and a matrix are produced in accordance with the setting information altered by the conversion unit (100c) and fed to the profile update unit (100b), which updates a profile stored in a memory (104a) in accordance with the newly produced profile.



```

100 ... IMAGE PROCESSING UNIT
100a ... VISUAL ENVIRONMENT CONVERSION UNIT
100b ... PROFILE UPDATE UNIT
100c ... MONITOR SETTING VALUE CONVERSION UNIT
100d ... CONTRAST CORRECTION UNIT
101 ... AMBIENT LIGHT INPUT UNIT
102 ... MONITOR CONTROL UNIT
103 ... MONITOR
104 ... MEMORY UNIT
104a ... MEMORY
104b ... MEMORY
  a ... AMBIENT LIGHT INFORMATION
  b ... RED DATA AND CONTRAST/BRIGHTNESS
    INFORMATION
  c ... RED DATA AND DRIVE BIAS/WHITE POINT
    INFORMATION
  d ... PROFILE
  e ... AMBIENT LIGHT/CONTRAST/BRIGHTNESS/
    WHITE POINT INFORMATION

```

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

Figure 1 is a block diagram of the image processing system. The diagram shows the flow of data from an input unit (101) through various processing units (102, 103, 104a, 104b) to an output unit (104). The units are interconnected by a central bus (100). The input unit (101) is connected to the RGB data, contrast, and color data input unit (102). The RGB data, contrast, and color data input unit (102) is connected to the RGB data, contrast, and color data processing unit (103). The RGB data, contrast, and color data processing unit (103) is connected to the RGB data, contrast, and color data output unit (104a). The RGB data, contrast, and color data output unit (104a) is connected to the RGB data, contrast, and color data output unit (104b). The RGB data, contrast, and color data output unit (104b) is connected to the RGB data, contrast, and color data output unit (104).

100 ... IMAGE PROCESSING UNIT
 101 ... VIDEO INPUT/CONVERSION UNIT
 102a ... PROFILE UPDATE UNIT
 102b ... MONITOR SETTING VALUE CONVERSION UNIT
 103 ... COEFFICIENT CORRECTION UNIT
 104 ... AMBIENT LIGHT INPUT UNIT
 105 ... MONITOR CONTROL UNIT
 106 ... MONITOR UNIT
 107 ... KENICRY UNIT
 108 ... KENICRY
 109 ... KENICRY
 110 ... AMBIENT LIGHT INFORMATION
 111 ... RGB DATA AND COEFFICIENT/WHITE POINTS INFORMATION
 112 ... RGB DATA AND DRIVE BIAS/WHITE POINT INFORMATION
 113 ... PROFILE
 114 ... AMBIENT LIGHT/COEFFICIENT/WHITE POINT INFORMATION
 115 ... WHITE POINT INFORMATION

周囲光入力部 1 0 1 から入力された周囲光情報（視環境情報）は、視環境変換部 1 0 0 a に供給され、そこで、モニタ 1 0 3 の測色値が求められた後、プロファイル更新部 1 0 0 b とコントラスト補正部 1 0 0 d に供給される。コントラスト補正部 1 0 0 d は、供給された測色値に応じてコントラスト補正を行う。また、モニタ制御部 1 0 2 から供給されたモニタ 1 0 3 の設定情報は、モニタ設定値変換部 1 0 0 c に供給され、そこで、変更された設定情報に応じて TRC 及びマトリクスが生成され、プロファイル更新部 1 0 0 b に供給される。プロファイル更新部 1 0 0 b は、メモリ 1 0 4 a に格納されているプロファイルを、新たに生成されたプロファイルにより更新する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサオ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CM	カメルーン	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JP	日本	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
DE	ドイツ	KR	韓国	SD	スーダン		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LC	セントルシア				

明 細 書

画像処理装置及び方法、画像送受信システム及び方法、並びに提供媒体

技 術 分 野

本発明は、画像処理装置及び方法、画像送受信システム及び方法、並びに提供媒体に関し、特に、モニタの表示特性に応じた処理を施し、異なるモニタ間において、表示される画像の色の見えが同様となる処理を行う、画像処理装置及び方法、画像送受信システム及び方法、並びに提供媒体に関する。

背 景 技 術

近年、DTP(Desk Top Publishing)や、インターネットの浸透に伴って、例えば、CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイや液晶ディスプレイなどのモニタ上において、色彩画像を扱う機会が増加している。

例えば、画具を用いて行われていた作画作業が、パーソナルコンピュータ上において、CG(Computer Graphics)として実行されるようになりつつある。また、インターネットを介して伝送された電子広告をモニタ上に表示させ、電子広告に表示されている商品の画像を参照して売買を行うことなどが考えられる。

このような場合においては、元の画像（作者が作成した画像、あるいは、撮影された画像）と、画像を出力する装置（例えば、モニ

タやプリンタなど)によって出力された画像の色の見えが一致している必要がある。

例えば、パーソナルコンピュータのモニタ上に表示された画像の色の見えと、プリンタによって出力された画像の色の見えとは、出来るだけ近いことが円滑な作画を行うためには望ましい。

また、パーソナルコンピュータのモニタ上に表示された商品(例えば、洋服や絵画など)の色の見えと、購入した現物の商品の色の見えが異なる場合には、販売側と購入側の間でトラブルが生ずる可能性がある。

従って、個々の画像表示装置の特性に拘らず、同一の色の見えを実現する必要がある。

このような装置間の色の見えの差異を補正する方法としては、例えば、CMS(Color Management System)と呼ばれる色管理システムが知られている。

図1は、CMSの一例を説明する図である。この図に示すように、CMSでは、入力系の装置(例えば、カメラ1、スキャナ2、モニタ3など)から入力された画像の色信号を、各装置(デバイス)の特性に依存しない共通の色空間の信号(CIE/XYZ, CIE/L*a*b*など)に一旦変換した後、出力系の装置(例えば、モニタ3やプリンタ4)に対して出力するようになされている。

このような共通の色空間への変換に際しては、それぞれの装置に固有のプロファイルと呼ばれる、変換式又は変換テーブルが用いられる。例えば、カメラ1により撮影された画像の色信号は、カメラ1に固有のプロファイルにより、共通の色空間の信号に一旦変換される。そして、例えば、この信号をモニタ3に出力する場合には、

モニタ 3 に固有のプロファイルにより、共通の色空間の信号から、モニタ 3 の特性に応じた色信号に変換され、得られた色信号に対応する画像が表示出力されることになる。

なお、前述のプロファイルは、各装置に入力される信号値と、その信号値に対応して出力された画像の色彩を、例えば、色彩計などにより実測して得られた色彩値（XYZ値またはL*a*b*値など）から算出される。

図 2 は、モニタ 3 の画像をプリンタ 4 に出力する場合のデータの流れの一例を示す図である。この図に示すように、モニタの画像 10 は、モニタ 3 用のプロファイル（モニタプロファイル 20）により共通な色空間の信号に変換される。即ち、モニタ 3 の画像データ（RGBデータ）は、TRC (Tone Reproduction Curve) 生成部 20-1 により生成される TRC（この点については、後述する）を用いて、対応する光量に変換される。この RGB の光量が、モニタ 3 を介してユーザにより実際に視認されている画像の色に対応する。

そして、TRC 生成部 20-1 により生成されたデータ（RGB 光量）は、マトリックス変換部 20-2 により、モニタ 3 に出力される光量と CIE/XYZ 値（または、L*a*b*値）との線形な関係を示すマトリックスを用いた変換処理が施され、得られた一連の値（CIE/XYZ 値（または、L*a*b*値））が、共通の色空間信号 30 として出力される。

モニタプロファイル 20 によって得られた共通の色空間信号 30 は、プリンタ 4 用のプロファイル（プリンタプロファイル 40）によって、プリンタ 4 の印刷特性に応じた変換が施され、得られたプリンタ用色信号である CMY 50 が印刷出力されることになる。

ところで、同一の種類の装置であっても、例えば、製造時のばら

つきなどによって、各装置毎に若干の特性の相違を生ずる場合がある。そのような場合には、個々の装置毎にプロファイルを校正することが望ましい。

そこで、このような校正を可能とするために、例えば、モニタキャリブレーションツールや、キャラクタライゼーションツールなどが各メーカーから提供されている。

モニタプロファイル 20 は、これらのツールにより作成される。図 3 は、モニタプロファイルを作成する処理を説明するフローチャートである。まず、ステップ S 1 において、モニタに入力される RGB データと、モニタの光量の非線形な関係を表す TRC (γ カープ) を作成する。この TRC は、RGB データ (または RGBW データ) の赤 (R), 緑 (G), 青 (B) の各色に対して、そのフルレンジ (例えば、256 階調) から、等間隔でサンプリングした数十階調 (例えば、16 階調) の XYZ 3 刺激値を測定し、以下の式 (1) に示す γ の式を用いて、非線形回帰により求められる (サンプリング数が多い場合には、線形補間、または、変換テーブルを用いて TRC が算出される)。

$$\begin{aligned} r &= \frac{X_r}{X_{r, \max}} = \left\{ K_{r, \text{gain}} \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + K_{r, \text{offset}} \right\}^{\gamma_r} \\ g &= \frac{Y_g}{Y_{g, \max}} = \left\{ K_{g, \text{gain}} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + K_{g, \text{offset}} \right\}^{\gamma_g} \\ b &= \frac{Z_b}{Z_{b, \max}} = \left\{ K_{b, \text{gain}} \left(\frac{db}{2^N - 1} \right) + K_{b, \text{offset}} \right\}^{\gamma_b} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

なお、以上の式 (1) において、変数 dr, dg, db は、それぞれ、赤色、緑色、青色の各色に対応する入力信号値を表し、変数 N は入力信号のビット数を表す。また、係数 $K_{r, \text{gain}}$ は、各色のゲイン (利得)

を表し（例えば、 $k_{r, gain}$ は赤のゲインを表し）、係数 $k_{r, offset}$ は、各色のそれぞれのオフセットを表している（例えば、 $k_{r, offset}$ は、赤のオフセットを表している）。更に、変数 X_r , Y_g , Z_b は、それぞれ各色の3刺激値を表し、変数 $X_{r, max}$, $Y_{g, max}$, $Z_{b, max}$ は、それぞれの入力信号が最大の際のXYZ3刺激値を表している。従って、変数 r , g , b は、 X_r , Y_g , Z_b を、最大値 $X_{r, max}$, $Y_{g, max}$, $Z_{b, max}$ で正規化したものであり、それぞれ、0乃至1の範囲の値を取るようになる。

図4は、図3のステップS1で行われる、赤色の入力デジタル信号に対応するTRCの作成処理を説明するフローチャートである。ステップS21において、赤色に対応する入力信号からサンプリングされた数階調のXYZ_r値（最大値XYZ_{r, max}を含む）の測定が行われる。ステップS22において、入力デジタル信号 d_r の値を、 $2^N - 1$ で割算することで正規化が実行され、ステップS23で、 X_r 値を最大値 $X_{r, max}$ で割算することで出力輝度の正規化が行われる。ステップS24では、式(1)により非線形補間が行われる。そして、ステップS25では、係数 $k_{r, offset}$, $k_{r, gain}$, γ_r が算出される。なお、緑色または青色の入力デジタル信号 d_g , d_b に対応するTRCの作成処理も同様に行われる。

図5A～図5Cは、以上の処理によって作成された、赤色、緑色、青色の各色に対応するTRCの一例を示す図である。

一般に、モニタの γ 値と呼ばれているのは、式(1)における指数部分の γ の値を意味する。現在流通しているツールの殆どは、この式(1)において、 $k_{gain}=1.0$, $k_{offset}=0$ としたものを使用している。

図 3 の説明に戻り、ステップ S 2 において、モニタの光量と、CIE/XYZ 値との線形な関係を表すマトリックスが算出される。例えば、対象となるモニタが自己発光型のモニタであり、各色の光量 (r, g, b) の加法混色がほぼ成立するとすると、CIE/XYZ の 3 刺激値 (X_{CRT} , Y_{CRT} , Z_{CRT}) は、ステップ S 1 において補正された各色の光量 (正規化された値) r, g, b と、以下のような $3 \times m$ のマトリックスにより求めることができる。なお、ここでは、もっとも簡単な 3×3 のマトリックスの例を示している。

$$\begin{bmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{r,max} & X_{g,max} & X_{b,max} \\ Y_{r,max} & Y_{g,max} & Y_{b,max} \\ Z_{r,max} & Z_{g,max} & Z_{b,max} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}$$

... (2)

このようなマトリックスは、最大輝度時の各色の 3 刺激値 XYZ を測定することにより求めることができる。

ところで、これらのツールの多くは、モニタが周囲光の影響を受けないと仮定し、暗闇を想定した視環境下において、所定の設定に対するモニタの TRC やマトリックスを求め、これらを元にして、モニタプロファイルを新たに作成したり、TRC を補正するようになされていた。

従って、図 6 に示すように、周囲光が存在している場合には、モニタの管面において周囲光が反射するため、モニタ画像の測色値 (CIE/XYZ 値) は、モニタの自己発光による色 (X_{CRT} , Y_{CRT} , Z_{CRT}) に、モニタの管面で反射された周囲光 ($R_{br} \times (X_{Amb}, Y_{Amb}, Z_{Amb})$) を加えたものとなり、プロファイルが作成されたとき (暗闇) の測色値と異なることになる。その結果、周囲光が存在する場合に

は、正確な色の補正ができなくなるという問題があった。

また、周囲光が存在する場合には、図 7 A に示すように、TRC の輝度が増加（曲線 a から曲線 b へ変化）することになる。この図において、横軸は正規化された（モニタに入力される最大の入力デジタル信号値により除算された）入力デジタル信号値を示し、また、縦軸は、モニタの出力輝度を示している。

図 7 B は、図 7 A のグラフの縦軸を最大輝度値により正規化したものである。この図に示すように、周囲光が存在しない場合の特性（曲線 a' に対応する特性であり、ダイナミックレンジは D_1 ）に比較して、周囲光がある場合の特性（曲線 b' に対応する特性であり、ダイナミックレンジは D_2 ）の方が、ダイナミックレンジが狭くなっていることが分かる（ $D_2 < D_1$ ）。

このように、周囲光が存在する場合には、ダイナミックレンジが狭くなり、その結果、画像は、視覚的には、ダイナミックレンジが失われたコントラスト感のないものになってしまうという問題があった。

また、モニタには、ユーザが好みに応じて、コントラスト、明るさ及び基準白色点を調節するための機能が具備されている。このような機能を活用することにより、コントラスト、明るさ及び基準白色点などが変更された場合、プロファイルを作成するときに測定された TRC 特性（入力デジタル信号値とモニタに出力される光量の関係）が変化することになる。そのような場合に、正確な色の補正を行うためには、モニタ特性を再度測定して TRC を更新する必要がある。しかしながら、前述の特性を調節する度にモニタの特性を測定することは殆ど不可能であるため、その結果、色の正確な補正が困

難となる問題があった。

このように、モニタの色の補正を正確に行うためには、プロファイルを作成したときの条件を維持する（暗闇環境下で、コントラスト、明るさ及び基準白色点の設定を工場出荷時のままとする）必要がある。しかしながら、この条件が満足できない場合には、新たな条件下におけるモニタの特性を再度測定しなければならないという問題があった。

発 明 の 開 示

第１の本発明は、色の補正を適切に行うことができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することを目的とする。

第１の本発明では、出力対象となるモニタの視環境に関する情報に応じて、プロファイルを更新するようにする。これにより、周囲光が変化した場合でも、モニタ特性を再度測定することなしに、自動的にモニタプロファイルを更新し、カラーマッチングを得ることが可能となる。

第２の本発明は、カラーマッチングを得るために自動的にモニタプロファイルを更新することができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することを目的とする。

第２の本発明では、出力対象となるモニタの設定情報を入力し、入力された設定情報に応じて、プロファイルを更新し、更新されたプロファイルを格納するようにする。これにより、ユーザがその好みに合わせてモニタの設定を変更した場合においても、設定変更後のモニタの特性を再度測定することなく、カラーマッチングを得る

ために自動的にモニタプロファイルを更新することができる。

第 3 の本発明は、送信側の装置と受信側の装置の画像の色の見えを同様にする画像送受信システム及び方法、並びに提供媒体を提供することを目的とする。

第 3 の本発明では、送信側の装置から、入力装置のプロファイル、プロファイルが作成された際の初期使用情報、及び入力装置の現在の使用情報を画像データに付加し、受信側の装置に送信し、受信側の装置で、送信された画像データを受信し、受信された画像データから、プロファイル、初期使用情報、及び使用情報を抽出し、抽出されたプロファイル、初期使用情報、及び使用情報に応じて、画像データに対して色の補正処理を施すようにする。これにより、送信側の装置の入力装置から入力した画像を、例えば、インターネットを介して伝送し、受信側の装置の出力装置に出力する場合に、送信側の装置において周囲光や設定情報に対応してプロファイルの更新処理を実行できないときでも、受信側の装置において、これらの処理を代行して実行することが可能となるので、送信側の装置と受信側の装置の画像の色の見えを同様にすることができる。

第 4 の本発明は、少ない測定量で、黒レベルが浮いてしまったような状態でも、精度良く色校正を行うことができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することを目的とする。

第 4 の本発明では、画像データが 0 である状態における表示部の発光の検出結果と、加法混色が成立するか否かの検出結果に対応して、画像データが 0 である状態における表示部の発光成分を相殺する要素を含む、デバイスに依存しない色信号を得るための 3×4 のマトリックスを生成するようにする。これにより、少ない測定量で、

黒レベルが浮いてしまったような状態でも、精度良く色校正を行うことができる。

第5の本発明は、少ない測定量で、正確に色校正を行うことが可能な画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することを目的とする。

第5の本発明では、比例則が成立するか否かの検出結果に対応して、9個のトーンリプロダクションカーブを生成し、その9個のトーンリプロダクションカーブと、黒レベルの3刺激値から、デバイスに依存しない色信号を得るための式を生成するようにする。これにより、少ない測定量で、正確に色校正を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

図1は、CMSの概略を説明する図である。

図2は、図1に示すモニタに表示されている画像をプリンタに出力する場合のデータの流れを説明する図である。

図3は、モニタプロファイル生成処理を説明するフローチャートである。

図4は、従来のTRC生成処理の一例を説明するフローチャートである。

図5A～図5Cは、R、G、B各色のTRCの一例を示す図である。

図6は、周囲光が存在する場合の測色値の変化を示す図である。

図7A及び図7Bは、周囲光が存在する場合のダイナミックレンジの変化を説明する図である。

図8は、本発明の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 9 は、図 8 に示す実施の形態の詳細な構成例を示すブロック図である。

図 10 は、図 8 に示す実施の形態の周囲光入力部 101 に表示される GUI の表示例を示すブロック図である。

図 11A ～ 図 11C は、周囲光が存在する場合の TRC 特性の一例を示す図である。

図 12 は、図 8 に示す実施の形態の詳細な構成例を示すブロック図である。

図 13 は、モニタの動作モデルの一例を示すブロック図である。

図 14 は、本発明の他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 15 は、本発明の他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

図 16 は、本発明の実施の形態のさらに他の構成例を示すブロック図である。

図 17 は、図 16 の実施の形態の動作を説明するフローチャートである。

図 18 は、黒浮きが発生していない場合の GOG モデルの処理を説明するフローチャートである。

図 19 は、黒浮きが発生している場合の GOGO モデルの処理を説明するフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に

説明する。

図 8 は、本発明の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

この図において、画像処理部 100 は、視環境変換部 100 a、プロファイル更新部 100 b、モニタ設定値変換部 100 c、及びコントラスト補正部 100 d から構成されており、周囲光に関する情報やモニタ 103 の設定情報に応じて、プロファイルを更新するようになされている。

視環境変換部 100 a は、周囲光の XYZ_{amb} を計算し、周囲光の影響を加味したモニタの XYZ_{CRT} と TRC を算出するようになされている。プロファイル更新部 100 b は、周囲光や表示部の設定情報に応じてプロファイルを生成し、メモリ部 104 に格納するようになされている。

モニタ設定値変換部 100 c は、モニタ 103 において設定されたコントラスト及び明るさから TRC を作成するとともに、モニタ 103 において設定された基準白色点からマトリックスを生成するようになされている。コントラスト補正部 100 d は、メモリ 104 a に格納されている TRC1 に対してコントラスト補正処理を施し、得られた TRC2 をプロファイル更新部 100 b に供給するとともに、モニタ 103 のドライブ (Drive) 値及びバイアス (Bias) 値を生成するようになされている。

なお、ドライブ及びバイアスは、モニタ 103 に入力される RGB データの赤 (R)、緑 (G)、青 (B) 各色のゲインとバイアスを示している。

周囲光入力部 101 は、例えば、光センサなどにより構成されており、モニタ 103 の周囲光の色度及び照度情報を検出して、視環

境情報として画像処理部100に供給するようになされている。なお、この周囲光入力部101は、例えば、後述するようなGUI(Graphical User Interface)などを介して、ユーザがマニュアル操作により必要な情報を入力するようにしてもよい。

モニタ制御部102は、周囲光や設定情報に応じて、モニタ103のTRC特性を自動的に変更するとともに、モニタ103の設定情報である基準白色点、コントラスト及び明るさなどの設定値を画像処理部100に供給するようになされている。

モニタ103は、メモリ部104に格納されているプロファイルにより処理された画像データ(RGBデータ)が供給され、その供給された画像データを表示出力するようになされている。

メモリ部104は、メモリ104a及びメモリ104bから構成されている。メモリ104aは、プロファイルを格納するようになされており、メモリ104bは、モニタ103の基準白色点、コントラスト及び明るさに関する設定情報を格納するようになされている。

次に、以上の実施の形態の動作について説明する。

なお、図8に示す実施の形態では、(1)視環境に対応して最適なモニタプロファイルを生成する場合の構成例と、(2)モニタ103の設定(コントラスト、明るさ及び基準白色点などの設定)がユーザによって変更された際に、その変更に対応して最適なモニタプロファイルを生成する場合の構成例とが、同一の装置に含まれている。以下では、これら2つの構成例について別々に説明する。

図9は、前述の(1)の視環境に対応して最適なモニタプロファイルを生成する場合の構成例を表している。この構成例においては、

モニタ設定値変換部 100c を考慮しないものとされている。なお、その他の構成は、図 8 における場合と同様である。

周囲光入力部 101 は、モニタ 103 の周囲光情報（周囲光の CIE/xy 色度と照度）を、例えば、モニタ 103 の上部に載置されたセンサにより検出し、視環境情報として画像処理部 100-1 に供給する。

なお、前述のセンサから周囲光（視環境）に関する情報を入力する代わりに、例えば、図 10 に示すような GUI を、モニタ 103 上に表示させ、視環境情報を入力するようにしてもよい。この表示例では、光源の種類として、白熱電灯、蛍光灯及び自然光の各項目が用意されており、これらに対応するチェックボックス内をチェックすることにより光源を選択するようになされている。また、光源の照度は、例えば、図示せぬキーボードなどから所定の値が直接入力されるようになされている。このようにしてユーザにより入力されたデータは、例えば、データテーブルなどにより、周囲光の CIE/xy 色度と照度に変換される。

画像処理部 100-1 の視環境変換部 100a は、周囲光入力部 101 から入力された視環境情報と、モニタ 103 の管面の反射率 R_{bk} とを以下の式に代入し、周囲光 (Ambient) の XYZ 値を算出する。

$$\begin{bmatrix} X_{Amb} \\ Y_{Amb} \\ Z_{Amb} \end{bmatrix} = R_{bk} \cdot \frac{M}{\pi} \cdot \frac{1}{Y_{Amb}} \begin{bmatrix} X_{Amb} \\ Y_{Amb} \\ 1 - X_{Amb} - Y_{Amb} \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

ここで、 X_{Amb} 、 Y_{Amb} は、それぞれ周囲光の x, y 色度点を表し、また、M は周囲光の照度を表している。

続いて、視環境変換部 100a は、入力信号値 dr, dg, db に対応するモニタ 103 の XYZ 値 (XYZ_{CRT} 値) をメモリ 104a から読み出し (上述した式 (1) と式 (2) を用いて演算した値に対応する)、この値と、式 (3) によって算出した管面での反射光の XYZ 値 (XYZ_{Amb} 値) とを、以下の式に従って加算することにより、周囲光が存在する場合における XYZ 値を算出する。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} = \begin{bmatrix} X_{\text{CRT}} \\ Y_{\text{CRT}} \\ Z_{\text{CRT}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{\text{Amb}} \\ Y_{\text{Amb}} \\ Z_{\text{Amb}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{\text{CRT}} \\ Y_{\text{CRT}} \\ Z_{\text{CRT}} \end{bmatrix} + R_{bk} \cdot \frac{M}{\pi} \cdot \frac{1}{y_{\text{Amb}}} \begin{bmatrix} X_{\text{Amb}} \\ Y_{\text{Amb}} \\ 1 - X_{\text{Amb}} - Y_{\text{Amb}} \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

なお、式 (4) は、周囲光が存在する場合におけるモニタの測色値が、モニタ自己発光量と、周囲光による管面での反射光量との和で表すことができるという仮定に基づいている。

このようにして生成された周囲光存在下での XYZ 値は、プロファイル更新部 100b に供給される。

以上のような処理によれば、周囲光が存在する場合に対応する XYZ 値を生成することが可能となる。しかしながら、図 6 と図 7 を参照して説明したように、周囲光の照度が高くなる程、画像の見かけ上のダイナミックレンジが狭くなり、コントラスト感が失われていく。コントラスト補正部 100d は、そのような周囲光の照度に対応して喪失されるコントラストを以下のような処理により補償する。

即ち、暗闇において測定したモニタ 103 の XYZ 3 刺激値から生成されたモニタプロファイルの TRC のオフセットの係数 $k_{0.000}$ を負の方向 (ゲインの係数 $k_{1.000}$ は 1 以上の方向) に変更することにより補正処理が行われる。

例えば、周囲光が存在しない場合（暗闇下における場合）に、モニタ 103 の TRC が、図 11A の曲線 a であるとする。また、同一のモニタ 103 が、周囲光が存在する環境下に配置されると、その TRC は図 11B の曲線 b のようになる。そこで、本実施の形態においては、図 11C に示すように、補正後の TRC（曲線 c）が、暗闇での TRC（曲線 a）に近づくような処理が行われる。

なお、以上のような補正処理は、RGB データの各色の信号に対して独立に実行されるが、それぞれの処理は同一であるので、以下の説明では、G（緑色）に対する処理についてのみ説明する。

まず、暗闇下で求められた G に対応する TRC（G の光量 g と入力デジタル信号 dg との関係）は、以下の式により表すことができる。

$$g = \frac{Y_g}{Y_{gmax}} = \left\{ k_{g, gain} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + k_{g, offset} \right\}^{1/\gamma_g} \quad \dots (5)$$

ここで、 Y_g 、 Y_{gmax} は、暗闇下において測定した G の輝度と最大輝度とをそれぞれ表している。

いま、モニタ 103 の管面上において周囲光が反射するものとする、周囲光存在下での輝度 Y_{gAmb} は、以下の式により表すことができる。

$$\begin{aligned} Y_{gAmb} &= Y_g + R_{bk} \cdot Y_{Amb} \\ &= Y_{gmax} \left\{ k_{g, gain} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + k_{g, offset} \right\}^{1/\gamma_g} + R_{bk} \cdot Y_{Amb} \end{aligned} \quad \dots (6)$$

ここで、 R_{bk} は、モニタ 103 の管面上での反射率を、また、 Y_{Amb} は、周囲光の輝度を表している。

式(6)を正規化すると、以下に示すTRC(周囲光存在下でのTRC)が得られる。

$$\begin{aligned}
 g_{Amb} &= \frac{Y_{gAmb}}{Y_{gAmbmax}} = \frac{(Y_g + R_{bk} \cdot Y_{Amb})}{(Y_{gmax} + R_{bk} \cdot Y_{Amb})} \\
 &= \frac{1}{(Y_{gmax} + R_{bk} \cdot Y_{Amb})} \left[Y_{gmax} \cdot \left\{ k_{g, gain} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + k_{g, offset} \right\}^{Y_t} + R_{bk} \cdot Y_{Amb} \right] \quad \dots (7)
 \end{aligned}$$

いま、コントラスト補正のターゲットは、暗闇下でのTRCであることから、以下の条件を満足する必要がある。

$$g_{Amb} \approx g \quad \dots (8)$$

式(7)において、 Y_t は、モニタ103の固有値(固定値)であるので、式(8)の条件を満足するためには、 $k_{g, gain}$ と $k_{g, offset}$ を求める必要がある。ここで、式(8)を満足する $k_{g, gain}$ と $k_{g, offset}$ の値を、それぞれ $k_{g, Amb, gain}$ と $k_{g, Amb, offset}$ とおくと、以下の式を得る。

$$\frac{1}{(Y_{gmax} + R_{bk} \cdot Y_{Amb})} \left[Y_{gmax} \cdot \left\{ k_{g, Amb, gain} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + k_{g, Amb, offset} \right\}^{Y_t} + R_{bk} \cdot Y_{Amb} \right] \approx g \quad \dots (9)$$

更に、式(9)を変形すると、以下の式を得る。

$$\left\{ k_{g, Amb, gain} \left(\frac{dg}{2^N - 1} \right) + k_{g, Amb, offset} \right\}^{Y_t} \approx \frac{1}{Y_{gmax}} \{ g(Y_{gmax} + R_{bk} \cdot Y_{Amb}) - R_{bk} \cdot Y_{Amb} \} \quad \dots (10)$$

以上の式(10)を満足する $k_{g, Amb, gain}$ と $k_{g, Amb, offset}$ は、コントラスト補正部100dからモニタ制御部102に、ドライブ(drive)、またはバイアス(bias)信号として供給され、これに基づき、モニタ103のコントラストと明るさが調整される。一方、

式(7)によって算出された新たなTRCは、コントラスト補正部100dからTRCBとしてプロファイル更新部100bに供給される。

即ち、コントラスト補正部100dは、メモリ104aに格納されているプロファイルA(周囲光を考慮していないプロファイル)からTRCA(周囲光を考慮していないTRC)を読み出し、また、視環境変換部100aから出力されるXYZ値を入力し、式(10)を満たす $k_{g, Amb, gain}$ と $k_{g, Amb, offset}$ を、非線形回帰により算出する。そして、得られたこれらの値を、それぞれドライブ信号とバイアス信号としてモニタ制御部102に出力する。

また、コントラスト補正部100dは、式(7)に $k_{g, Amb, gain}$ と $k_{g, Amb, offset}$ を代入することにより得られる新たなTRCをTRCB

(周囲光を考慮したTRC)としてプロファイル更新部100bに対して出力する。その結果、プロファイル更新部100bは、視環境変換部100aから供給されたXYZ値と、コントラスト補正部100dから供給されたTRCBとにより生成されるプロファイルB(周囲光を考慮したプロファイル)をメモリ104aに格納する。

以上のようなコントラスト補正処理により、コントラスト感の低下を補償することが可能となる。

しかしながら、以上の処理によってコントラストの補償を行うと、モニタ103に表示される画像が視覚的に暗く感じられる場合があるため、そのような場合においては、例えば、以上のようにして求めた $k_{g, Amb, gain}$ と $k_{g, Amb, offset}$ に比例係数を乗じて適宜調整することが望ましい。

例えば、モニタ103がブロードキャストモニタである場合、暗闇下では各値は、 $\gamma = 2.2$, $k_{gain} = 1.0$, $k_{offset} = 0$ 程度で

ある。このようなモニタ 103 をオフィス環境下で使用する場合には、 k_{min} の値を 1.0 乃至 1.4 程度に設定し、また、 k_{max} の値を -0.4 乃至 0.0 程度に設定することにより、前述の現象（画像が視覚的に暗く感じられる現象）を軽減することができる。

以上に説明したように、視環境変換部 100a による測色値の補正処理は、デバイスに依存しない CIE/XYZ 値とモニタ 103 の RGB データとの関係を更新する処理であるので、前述の CMS の概念に即した処理であるといえることができる。

また、コントラスト補正部 100d は、周囲光存在下において、好ましい色彩を再現するために、コントラストの補正処理を行っている。

以上の処理によれば、周囲光が存在する場合においても、モニタ 103 の特性を再度測定することなしに、暗闇下におけるプロファイル A から、周囲光が存在する場合に最適なプロファイル B を生成することが可能となる。

次に、図 12 を参照して、前述の、(2) のモニタ 103 の設定（コントラスト、明るさ、および基準白色点などの設定）がユーザによって変更された場合に、その変更に対応して最適なモニタプロファイルを生成する場合の構成例について説明する。

図 12 に示す実施の形態においては、図 8 に示す実施の形態から、視環境変換部 100a 及びコントラスト補正部 100d が除外されている。その他の構成は、図 8 に示す場合と同様である。この実施の形態の動作について説明する前に、図 13 を参照して、モニタ 103 の動作モデルについて説明する。

図 1 3 は、モニタ 1 0 3 の動作モデルの一例を説明する図である。この図において、コンピュータシステム 2 0 0 は、ホストコンピュータ 2 0 0 a、DA(Digital to Analogue)コンバータ 2 0 0 b により構成されており、所望の画像に対応するビデオ信号を出力するようになされている。

CRTディスプレイシステム 3 0 0 は、ビデオアンプ (Video Amplifier) 3 0 0 a、CRT電子銃 3 0 0 b、及び蛍光体 3 0 0 c などにより構成されている。

次に、以上のモデルの動作について説明する。なお、説明を簡略化するために、以下では、R (赤色) の信号のみについて説明する。

ホストコンピュータ 2 0 0 a から出力された RGB データのうち、赤色に対応する入力デジタル信号 dr は、以下の式に従って、DA コンバータ 2 0 0 b により、ビデオ信号電圧 V_r に線形変換される。

$$V_r = \text{Cont} \cdot \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + \text{Brt} \quad \dots (11)$$

ここで、Cont と Brt は、モニタ 1 0 3 における設定情報であるコントラストと明るさにそれぞれ対応しており、モニタ 1 0 3 の白レベルと黒レベルのビデオ電圧を決定する。

DA コンバータ 2 0 0 b により得られたビデオ信号電圧 V_r は、CRT ディスプレイシステム 3 0 0 のビデオアンプ 3 0 0 a により、以下の式に従って増幅され、電子銃 3 0 0 b に供給される。

$$V_{e,r} = \text{driver} \cdot V_r + \text{bias}_r \quad \dots (12)$$

ここで、 driver_r は、ビデオアンプ 3 0 0 a のゲインを示し、また、 bias_r は、ビデオアンプ 3 0 0 a のオフセットを示している。

CRT電子銃300bから放出される電子ビーム量は、コントロールグリッド電圧($V_{c,r}$)と、電子ビームが放出され始めるカットオフ電圧($V_{c,r}$)との電位差に依存しており、電子銃300bから放出される電流(j_r)は、既に知られている以下の式により表すことができる。

$$j_r = \rho(V_{a,r} - V_{c,r})^{Y_r} \quad (V_{a,r} - V_{c,r} \geq 0) \quad \dots (13)$$

この式における ρ は、電子銃300bから放出される電流効率を表す係数であり、パービアンスと呼ばれる。

電子銃300bから放出された電子は、CRTパネルの内面に塗布された蛍光体300cに衝突し、これを発光させる。ここで、蛍光体300cからの光の放射量を L_r とすると、放射量 L_r は、以下の式により表すことができる。

$$L_r = k_r \cdot j_r \quad \dots (14)$$

ここで、 K_r は、蛍光体の発光効率やCRTガラスパネルの放射量 L_r への影響を表す定数である。

式(11)乃至式(14)により、以下の式が得られる。

$$L_r = k_r \cdot \rho \left\{ \text{drive}_r \left[\text{Cont} \cdot \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + \text{Brt} \right] + \text{bias}_r - V_{c,r} \right\}^{Y_r} \quad \dots (15)$$

ここで、式(15)において、 $\text{bias}_r - V_{c,r} = \text{bias}_r$ と置き換えると、次に示す式(16)が得られる。

$$L_r = k_r \cdot \rho \left\{ \text{drive}_r \left[\text{Cont} \cdot \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + \text{Brt} \right] + \text{bias}_r \right\}^{Y_r}$$

... (16)

式(16)より、赤色の入力デジタル信号(dr)が最大値($dr = 2^N - 1$)をとる場合の放射量 $L_{r, \max}$ を求めると以下ようになる。

$$L_{r, \max} = k_r \cdot \rho [\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r]^{Y_r} \quad \dots (17)$$

よって、 L_r を $L_{r, \max}$ により正規化すると、以下の式が得られる。

$$\frac{L_r}{L_{r, \max}} = \left\{ \frac{\text{drive}_r \left[\text{Cont} \cdot \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + \text{Brt} \right] + \text{bias}_r}{\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r} \right\}^{Y_r} \quad \dots (18)$$

更に、式(18)を変形すると以下の式が得られる。

$$\frac{L_r}{L_{r, \max}} = \left[\left(\frac{\text{drive}_r \cdot \text{Cont}}{\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r} \right) \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + \left(\frac{\text{drive}_r \cdot \text{Brt} + \text{bias}_r}{\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r} \right) \right]^{Y_r} \quad \dots (19)$$

いま、この正規化モデルのゲイン係数 $K_{r, \text{gain}}$ とオフセット係数 $K_{r, \text{offset}}$ とが、以下に示す式(20)により表されるものとする。

$$K_{r, \text{gain}} = \frac{\text{drive}_r \cdot \text{Cont}}{\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r}$$

$$K_{r, \text{offset}} = \frac{\text{drive}_r \cdot \text{Brt} + \text{bias}_r}{\text{drive}_r (\text{Cont} + \text{Brt}) + \text{bias}_r} \quad \dots (20)$$

式(20)を式(19)に代入すると、以下の式が得られる。

$$\frac{L_r}{L_{r, \max}} = \left[K_{r, \text{gain}} \left(\frac{dr}{2^N - 1} \right) + K_{r, \text{offset}} \right]^{Y_r} \quad \dots (21)$$

この式(21)は、赤色の蛍光体からの放射量と入力デジタル信号値 d_r との関係を表しており、前述の式(1)と同様であることから、以上のモデルが現実のモニタ103によく対応していることが分かる。

このように、モニタの光量と入力デジタル信号値との関係を表しているTRCは、式(21)または式(1)により表すことができるが、これらの式において、 γ の値は固有(固定)値であることから、モニタ103の設定が変化した場合、新たなTRCは、 $K_{r, \dots, 1, n}$ と $K_{r, \dots, 1, n, \dots, n}$ のみを変化させることにより得ることができる筈である。

式(20)に注目すると、これらの2つの式に含まれているContおよびBrtが、それぞれ、モニタのコントラストと明るさに対応しているものと考えられる。実際に、これらの値が変更されると、 $K_{r, \dots, 1, n}$ と $K_{r, \dots, 1, n, \dots, n}$ の値が変化することになる。

なお、Cont及びBrtは、R, G, B全ての信号に共通であり、これらの値を変化させることにより、全ての信号に対応する光量が変化することになる。

次に、ユーザがモニタ103の基準白色点を変更した場合について説明する。

モニタ103の基準白色点は、RGBデータの光量の比によって決定される。即ち、前述の式(20)における各色のビデオアンプのゲイン(赤の場合では $drive_r$)とオフセット(赤の場合では $bias_r$)を変化させることにより、前述の基準白色点を変化させることができる。

従って、ユーザがモニタ103の基準白色点を変更した場合には、プロファイルの各色それぞれのゲイン及びオフセットの値($k_{r, \dots, 1, n}$,

$k_{r,r}, \dots$) を補正することにより、その変更に対応する最適なTRCを生成することが可能となる。

また、その際、基準白色点の変更に伴ってホワイトの色度点も変化することから、モニタ103の光量とCIE/XYZ値の関係を示している式(2)のマトリックスも変化することになる。この場合のマトリックスの求め方を以下に示す。

まず、暗闇下で測定されて作成されたプロファイルの中の輝度(CIE/XYZ値)と光量(r, g, b)との関係を示す式(2)において、 $r=1, g=0, b=0$ とおき、赤色の最大輝度のCIE/XYZ値($X_{r,max}, Y_{r,max}, Z_{r,max}$)を求める。

続いて、CIE/XYZ値とCIE/xyz値との関係を表す以下の式により、赤色のCIE/xyz色度(x_r, y_r, z_r)を求める。

$$x_r = \frac{X_{r,max}}{X_{r,max} + Y_{r,max} + Z_{r,max}}$$

$$y_r = \frac{Y_{r,max}}{X_{r,max} + Y_{r,max} + Z_{r,max}}$$

$$z_r = 1 - x_r - y_r \quad \dots (22)$$

同様の処理を、緑色及び青色に対しても実行し、(x_g, y_g, z_g), (x_b, y_b, z_b)を求める。

なお、モニタ103のホワイトの色温度と、色度点との関係は、例えば、データテーブルなどを準備し、変更された色温度に対応する色度点データ(x_w, y_w, z_w)を、このテーブルから読み出すようにする。

以上のようにして得られたデータから、R, G, Bの各光量が最大の時に基準白色点となるように、混合比(h'_r, h'_g, h'_b)を求める。

モニタ 103 は自己発光型のデバイスであり、加法混色がほぼ成立することから、以下の式が成立する。

$$h'_r x_r + h'_g x_g + h'_b x_b = x_w$$

$$h'_r y_r + h'_g y_g + h'_b y_b = y_w$$

$$h'_r z_r + h'_g z_g + h'_b z_b = z_w \quad \dots (23)$$

このとき、色度点データ (x_w, y_w, z_w) は、色刺激に比例しているので、 y_w により正規化し、また、各混合比をそれぞれ、 $h_r = h'_r / y_w$, $h_g = h'_g / y_w$, $h_b = h'_b / y_w$ とおくことにより、以下の式が得られる。

$$\begin{bmatrix} x_r & x_g & x_b \\ y_r & y_g & y_b \\ z_r & z_g & z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_r \\ h_g \\ h_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_w / y_w \\ 1 \\ z_w / y_w \end{bmatrix} \quad \dots (24)$$

そして、式 (24) を解くことにより、混合比 (h_r, h_g, h_b) を求めることができる。この混合比を用いて生成される式 (25) により、R, G, Bそれぞれの最大輝度で正規化された値 r, g, b から CIE/XYZ 値を求めることができる。

$$\begin{bmatrix} h_r x_r & h_g x_g & h_b x_b \\ h_r y_r & h_g y_g & h_b y_b \\ h_r z_r & h_g z_g & h_b z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{bmatrix} \quad \dots (25)$$

ここで、 $0 < r, g, b < 1$ であり、また、 $0 < Y_{CRT} < 1$ である。

以上の処理により、基準白色点が変更された場合に対応して、マトリックスを更新することが可能となる。

以上の説明を基礎にして、次に、図 12 の実施の形態の動作について説明する。

モニタ 103 の設定（コントラストまたは明るさ）が変更された場合には、モニタ制御部 102 は、Cont 及び Brt の値をモニタ 103 から取得し、画像処理部 100-2 のモニタ設定値変換部 100c に供給する。

モニタ設定値変換部 100c は、モニタ制御部 102 から供給された Cont 及び Brt の値を参照して、式（1）におけるゲイン及びオフセットの値（ $k_{r,lin}$, $k_{r,off}$ ）を補正することにより、新たな TRCB を生成し、プロファイル更新部 100b に供給する。

また、モニタ 103 の基準白色点が変わった場合には、モニタ設定値変換部 100c は、変更後の色温度に対応する色度点のデータを、例えば、予め格納されているデータテーブルから検索して取得する。

そして、前述の式（24）における混合比（ h_r , h_g , h_b ）を求めることにより、新たなマトリックスを生成し、マトリックス B として、プロファイル更新部 100b に出力する。

プロファイル更新部 100b は、モニタ設定値変換部 100c から出力される TRCB とマトリックス B とにより構成される新たなプロファイル B をメモリ 104a の所定の領域に格納する。

以上の処理によれば、ユーザがモニタの設定情報（コントラスト、明るさ及び基準白色点）を変更した場合でも、新たな設定におけるモニタ 103 の特性を再度測定しなおすことなく、暗闇下で作成された（最初に作成された）プロファイルを更新することにより、新たな設定に対応するプロファイルを生成することが可能となる。

図 14 は、本発明の他の実施の形態の構成例を示す図である。

この図において、図 8 に対応する部分には、同一の符号が付して

あるので、その説明は省略する。

この実施の形態においては、所定の使用条件 1 において表示していた画像を、これとは異なる使用条件 2 において表示すると、同一のモニタを用いた場合でも色の見えが異なることを防止するようになされている。

モニタ 103-1 は、使用条件 C（使用条件 1）において使用されているモニタを示しており、その場合の使用条件は、設定情報 C 及び周囲光情報（視環境情報）C により表される。

モニタ 103-2 は、使用条件 D（使用条件 2）において使用されているモニタを示しており、その場合の使用条件は、設定情報 D 及び周囲光情報（視環境情報）D により表される。なお、実際には、モニタ 103-2 は、モニタ 103-1 と同一のモニタである。

画像処理部 100 は、図 9 及び図 12 にそれぞれ示す画像処理部 101-1 及び画像処理部 100-2 により構成されている。

次に、以上の実施の形態の動作について説明する。

使用条件 C において、モニタ 103-1 に出力される RGB データ C は、ユーザ設定情報 C 及び周囲光情報 C に応じて変更されたプロファイル C により補正処理が施されている。

この RGB データ C を、使用条件 D において、モニタ 103-2 に表示する場合には、まず、使用条件 C におけるプロファイルに含まれている TRCC 及びマトリックス C により、もとのデータ（プロファイル C に基づいて、ユーザ設定情報 C 及び周囲光情報 C に応じて補正される前のデータ）に復元する処理が実行される。

そして、得られたデータは、使用条件 D に対応するプロファイル D により補正処理が施され、モニタ 103-2 に出力される。

以上の処理によれば、同一のモニタ 103 を使用している場合に、使用条件（ユーザ設定値や視環境）が変化した場合でも、変化した使用条件に合わせて更新されたプロファイルを使用することにより、同一の見えの画像を表示することが可能となる。

図 15 は、本発明の更に他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

この図において、図 8 の場合と対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

この実施の形態においては、モニタ 103-1 に表示されている画像が、インターネット 500 を介して転送され、モニタ 103-2 に表示されるようになされている。

画像処理部 600 は、画像処理部 100 を有しており、インターネット 500 を介して伝送されてきた画像を受信するとともに、受信した画像に所定の処理を施してモニタ 103-2 に出力するようになされている。

次に、以上の実施の形態の動作について説明する。

送信側のモニタ 103-1 に表示されている RGB データ C は、モニタ制御部 102-1 により、メモリ 104a-1 に格納されているプロファイル C、メモリ 104b-1 に格納されている初期使用情報（プロファイルが生成された際の使用情報）、及び、使用情報 C（現在の使用情報）が付加されて、インターネット 500 を介して受信側に伝送される。

なお、送信側のモニタ 103-1 は、使用条件に応じて画像データに補正処理を施す機能を有しないため、モニタ 103-1 に表示される画像の色の見えは、視環境やモニタ 103-1 の設定状態による影

響を受けたものとなる。

受信側では、送信側から伝送されてきた前述の情報を画像処理部 600 が受信する。

画像処理部 600 は、送信側から伝送されてきた情報から、プロフィール C と RGB データ C を抽出し、得られたプロフィール C により RGB データ C に対して変換処理を施し、XYZC データを生成する。

画像処理部 100 は、得られた XYZC データに対して、送信側での使用条件に対応する補正処理を施す。即ち、画像処理部 100 は、初期使用情報と使用情報 C とを参照し、XYZC データに対して補正処理を施す。その結果、XYZC データは、送信側での実際の色の見えに対応した XYZD データに変換される。

このようにして得られた XYZD データは、受信側の使用条件 E に応じて画像処理部 100 により生成されてメモリ 104 a-2 に格納されているプロフィール E により変換され、RGB データ E に変換されてモニタ 103-2 に出力されることになる。

以上の実施の形態によれば、モニタ 103-1 に表示されている画像をインターネット 500 により転送してモニタ 103-2 に表示する場合であって、送信側が使用条件に応じてプロフィールを変更する機能を有しない場合であっても、RGB データに使用条件を示す情報を付加して伝送し、受信側において、伝送された送信側における使用条件と、受信側における使用条件とに対応した補正処理を行うことにより、送信側と受信側の画像の色の見えの一致を図ることが可能となる。

ところで、入力信号値 (dr, dg, db) が (0, 0, 0) である (実質的に画像データがない) 場合でも、モニタが発光してしまう

ときは、加法混色（RGB各単色での3刺激値の和 \neq RGB3色同時発光のときの3刺激値）が成立しなくなる。次に、このような場合でも、モニタの色特性のより少ない測定で、より高精度に色校正を行うことができるようにする処理について、分光分布の比例則が成立する場合と成立しない場合とに分けて説明する。

分光分布の比例則が成立する場合、モニタのRGB各色の光の分光分布の形状（ $L_{r,p}$, $L_{g,p}$, $L_{b,p}$ ）（ $P = \lambda$ ）が、その強度に依存せず、に一定となり、次の式（26）が成立する。

$$\begin{aligned} L_{r,\lambda} &= r \cdot L_{r,\lambda,\max} \\ L_{g,\lambda} &= g \cdot L_{g,\lambda,\max} \\ L_{b,\lambda} &= b \cdot L_{b,\lambda,\max} \end{aligned} \quad \dots (26)$$

この場合、例えば、赤のみの発光が測定可能なとき、あるいはまた、主成分分析などの手法により測定値から赤以外の色の発光分を分離可能なとき、モニタの物理特性により、そのXYZ3刺激値（ X_r , Y_r , Z_r ）は、式（27）に示すようになる。

$$\begin{aligned} X_r &= X_{r,\max} \left(k_{r,\text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r,\text{offset}} \right)^{Y_r} \\ Y_r &= Y_{r,\max} \left(k_{r,\text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r,\text{offset}} \right)^{Y_r} \\ Z_r &= Z_{r,\max} \left(k_{r,\text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r,\text{offset}} \right)^{Y_r} \end{aligned} \quad \dots (27)$$

この式（27）を3刺激値の最大値（ $X_{r,\max}$, $Y_{r,\max}$, $Z_{r,\max}$ ）

で正規化すると、次の式 (28) が得られる。

$$r'(X) = \frac{X_r}{X_{r, \max}} = \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{d_r}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{\gamma_r}$$

$$r'(Y) = \frac{Y_r}{Y_{r, \max}} = \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{d_r}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{\gamma_r}$$

$$r'(Z) = \frac{Z_r}{Z_{r, \max}} = \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{d_r}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{\gamma_r}$$

... (28)

式 (28) に示すように、XYZの各チャンネルの式を、すべて同一の式で表すことができる。式 (1) は、この3つの式の中の $r'(X)$ を使用したものである。Nは、入力信号のビット数を表し、 γ_r は、赤の階調特性を表すべき数を示している。式 (28) には、赤についてのみ示したが、緑や青についても同様に表現することができる。従って、RGBの入力デジタル信号 (d_r , d_g , d_b) とその光量の関係である階調特性を表す式は、各チャンネル毎に1つの式で表すことができるので、合計で3つの式で表すことができる。この場合、モニタに表示されるすべての色は、CIE122-1996で表されるように、次の式 (29) を用いて、XYZ値 ($(X, Y, Z)_{\text{measured}}$) へ変換することが可能である。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} = \begin{bmatrix} X_{r, \max} & X_{g, \max} & X_{b, \max} \\ Y_{r, \max} & Y_{g, \max} & Y_{b, \max} \\ Z_{r, \max} & Z_{g, \max} & Z_{b, \max} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{bmatrix}$$

... (29)

実際のモニタでは、入力信号が、1つの色にしか与えられていない状態で、厳密にその単色の発光を測定することは困難であり、ほ

とんどの場合、チャンネル間相互作用などの影響や黒レベルの調整状態などにより、他の色の微発光分も測定されてしまう。しかしながら、モニタへのRGBデジタル入力信号値が(0, 0, 0)のとき、モニタの発光量が十分に少なければ(黒レベルが浮いていなければ)、上記の理論は実験的にも成立することが裏付けられている。

ところが、ユーザが、その嗜好にあわせてモニタのコントラストや明るさ調整を行い、黒レベルを変化させると、モニタへのRGBデジタル入力信号値が(0, 0, 0)のときでも、モニタが発光してしまう(黒レベルが浮いてしまう)場合がある。このような場合には、オフセットの係数 $k_{r,offset}$ が正の値となり、入力信号が(0, 0, 0)のときの光量(r' , g' , b')は、式(30)で表すことができる。

$$r' = (k_{r,offset})^{1/\gamma_r}, g' = (k_{g,offset})^{1/\gamma_g}, b' = (k_{b,offset})^{1/\gamma_b} \quad \dots (30)$$

従って、この黒レベル時のRGB各色のXYZ3刺激値(X_{min} , Y_{min} , Z_{min})は、次の式(31)で表すことができる。

$$\begin{cases} X_{r,min} = X_{r,max} \cdot k_{r,offset}^{1/\gamma_r} \\ Y_{r,min} = Y_{r,max} \cdot k_{r,offset}^{1/\gamma_r} \\ Z_{r,min} = Z_{r,max} \cdot k_{r,offset}^{1/\gamma_r} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{g,min} = X_{g,max} \cdot k_{g,offset}^{1/\gamma_g} \\ Y_{g,min} = Y_{g,max} \cdot k_{g,offset}^{1/\gamma_g} \\ Z_{g,min} = Z_{g,max} \cdot k_{g,offset}^{1/\gamma_g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{b,min} = X_{b,max} \cdot k_{b,offset}^{1/\gamma_b} \\ Y_{b,min} = Y_{b,max} \cdot k_{b,offset}^{1/\gamma_b} \\ Z_{b,min} = Z_{b,max} \cdot k_{b,offset}^{1/\gamma_b} \end{cases} \quad \dots (31)$$

また、黒レベルのXYZ3刺激値 ($X_{k, min}$, $Y_{k, min}$, $Z_{k, min}$) は、式 (32) で表すことができる。

$$\begin{cases} X_{k, min} = X_{r, min} + X_{g, min} + X_{b, min} \\ Y_{k, min} = Y_{r, min} + Y_{g, min} + Y_{b, min} \\ Z_{k, min} = Z_{r, min} + Z_{g, min} + Z_{b, min} \end{cases} \quad \dots (32)$$

これらの光を考慮すると、赤チャンネルにのみ入力信号を与えた場合、測定される3刺激値 ($X_{r, measured}$, $Y_{r, measured}$, $Z_{r, measured}$) は、式 (33) で表される。これを正規化すると、式 (34) が得られる。

$$\begin{aligned} X_{r, measured} &= X_{r, max} \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + X_{g, min} + X_{b, min} \\ Y_{r, measured} &= Y_{r, max} \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + Y_{g, min} + Y_{b, min} \\ Z_{r, measured} &= Z_{r, max} \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + Z_{g, min} + Z_{b, min} \end{aligned} \quad \dots (33)$$

$$\begin{aligned} r''(X) &= \frac{X_{r, measured}}{X_{r, max}} = \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + \frac{X_{g, max}}{X_{r, max}} k_{g, offset}^{r_r} + \frac{X_{b, max}}{X_{r, max}} k_{b, offset}^{r_r} \\ r''(Y) &= \frac{Y_{r, measured}}{Y_{r, max}} = \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + \frac{Y_{g, max}}{Y_{r, max}} k_{g, offset}^{r_r} + \frac{Y_{b, max}}{Y_{r, max}} k_{b, offset}^{r_r} \\ r''(Z) &= \frac{Z_{r, measured}}{Z_{r, max}} = \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{r_r} + \frac{Z_{g, max}}{Z_{r, max}} k_{g, offset}^{r_r} + \frac{Z_{b, max}}{Z_{r, max}} k_{b, offset}^{r_r} \end{aligned} \quad \dots (34)$$

式 (34) においては、オフセット項 (式 (34) における右辺の最も右側の2つの項) の値が、XYZの各チャンネル毎に異なっている。

る。

いま、式 (35) が成立する。

$$\begin{aligned} X_{r, \max} &> X_{g, \max}, X_{b, \max} \\ Y_{g, \max} &> Y_{r, \max}, Y_{b, \max} \\ Z_{b, \max} &> Z_{r, \max}, Z_{g, \max} \end{aligned} \quad \dots (35)$$

また、黒レベル (0, 0, 0) が無彩色に近い場合は、式 (36) が成立する。

$$(k_{r, \text{offset}})^n \approx (k_{g, \text{offset}})^n \approx (k_{b, \text{offset}})^n \quad \dots (36)$$

従って、式 (34) において、 $r''(X)$ のオフセット項 (大きな値の $X_{r, \max}$ が分母に位置する) が、 $r''(Y)$, $r''(Z)$ のオフセット項 (大きな値の $Y_{g, \max}$, $Z_{b, \max}$ が分子に位置する) に較べ小さくなることがわかる。これは、TRC特性 (階調特性) がXYZ各チャンネル毎に異なってしまうことを意味しており、RGB各チャンネル毎に3種類、合計9つのTRCが考えられる。このような場合、 r'' , g'' , b'' それぞれのTRCが1つに決定できないため、CIE122-1996における式 (37) (式 (29) と同一の式) に基づいて、XYZ3刺激値を変換することができなくなる。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} = \begin{bmatrix} X_{r, \max} & X_{g, \max} & X_{b, \max} \\ Y_{r, \max} & Y_{g, \max} & Y_{b, \max} \\ Z_{r, \max} & Z_{g, \max} & Z_{b, \max} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r'' \\ g'' \\ b'' \end{bmatrix} \quad \dots (37)$$

そこで、式 (33) を、式 (38) のように展開する。

$$\begin{aligned}
X_{r, \text{measured}} &= X_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + X_{g, \text{min}} + X_{b, \text{min}} \\
&= X_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + (X_{r, \text{min}} + X_{g, \text{min}} + X_{b, \text{min}}) - X_{r, \text{min}} \\
&= \left\{ X_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - X_{r, \text{min}} \right\} + X_{k, \text{min}} \\
Y_{r, \text{measured}} &= Y_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + Y_{g, \text{min}} + Y_{b, \text{min}} \\
&= Y_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + (Y_{r, \text{min}} + Y_{g, \text{min}} + Y_{b, \text{min}}) - Y_{r, \text{min}} \\
&= \left\{ Y_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - Y_{r, \text{min}} \right\} + Y_{k, \text{min}} \\
Z_{r, \text{measured}} &= Z_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + Z_{g, \text{min}} + Z_{b, \text{min}} \\
&= Z_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} + (Z_{r, \text{min}} + Z_{g, \text{min}} + Z_{b, \text{min}}) - Z_{r, \text{min}} \\
&= \left\{ Z_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - Z_{r, \text{min}} \right\} + Z_{k, \text{min}}
\end{aligned}$$

... (38)

さらに、式(38)は、式(39)に示すように変形される。

$$\begin{aligned}
X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}} &= X_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - X_{r, \text{min}} \\
Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}} &= Y_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - Y_{r, \text{min}} \\
Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}} &= Z_{r, \text{max}} \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - Z_{r, \text{min}}
\end{aligned}$$

... (39)

さらに、式(39)は、式(40)のように変形できる。

$$\begin{aligned}\frac{X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}}}{X_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - \frac{X_{r, \text{min}}}{X_{r, \text{max}}} \\ \frac{Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - \frac{Y_{r, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}}} \\ \frac{Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - \frac{Z_{r, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}}}\end{aligned}$$

... (40)

ここで、式(41)が成立する。

$$\frac{X_{r, \text{min}}}{X_{r, \text{max}}} = \frac{Y_{r, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}}} = \frac{Z_{r, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}}} = k_{r, \text{offset}}^{Y_r} \quad \dots (41)$$

そこで、式(41)の値を c_r とおくと、式(40)は、式(42)のように書き換えることができる。

$$\begin{aligned}\frac{X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}}}{X_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r \\ \frac{Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r \\ \frac{Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}}} &= \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r\end{aligned}$$

... (42)

式(42)の各式の両辺に、最大値が1となるように、次の式(43)をそれぞれ乗算して正規化すると、式(44)が得られる。

$$\frac{X_{r, \text{max}}}{X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}}}, \frac{Y_{r, \text{max}}}{Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}}}, \frac{Z_{r, \text{max}}}{Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}}} \quad \dots (43)$$

$$\begin{aligned}
r'''(X) &= \frac{X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}}}{X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}}} \\
&= \frac{X_{r, \text{max}}}{X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}}} \left\{ \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r \right\} \\
r'''(Y) &= \frac{Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}}} \\
&= \frac{Y_{r, \text{max}}}{Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}}} \left\{ \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r \right\} \\
r'''(Z) &= \frac{Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}}} \\
&= \frac{Z_{r, \text{max}}}{Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}}} \left\{ \left(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C_r \right\}
\end{aligned}$$

... (44)

ここで、式(45)が成立している。

$$\frac{X_{r, \text{max}}}{X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}}} = \frac{Y_{r, \text{max}}}{Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}}} = \frac{Z_{r, \text{max}}}{Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}}}$$

... (45)

従って、式(44)は、式(46)のように表すことができる。

$$\begin{aligned}
r'''(X) &= \frac{X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}}}{X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C'_r \right\} \\
r'''(Y) &= \frac{Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}}}{Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C'_r \right\} \\
r'''(Z) &= \frac{Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}}}{Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{r, \text{offset}} \right)^{Y_r} - C'_r \right\}
\end{aligned}$$

... (46)

これらの式を見てわかるとおり、赤のチャンネルにおけるXYZの各チャンネルでのTRCは同一の式となり、赤のチャンネルのTRC特性（階調特性）は、GOGOモデル（この点については後述する）により一意に表すことができる。

従って、RGB各チャンネルのTRCは、式(47)のようになる。

$$\begin{aligned} r''' &= \frac{X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}}}{X_{r, \text{max}} - X_{g, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{r, \text{offset}} \right)^{\gamma_r} - C'_r \right\} \\ g''' &= \frac{Y_{g, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}}}{Y_{g, \text{max}} - Y_{g, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{g, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{g, \text{offset}} \right)^{\gamma_g} - C'_g \right\} \\ b''' &= \frac{Z_{b, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}}}{Z_{b, \text{max}} - Z_{b, \text{min}}} = \left\{ \left(k'_{b, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k'_{b, \text{offset}} \right)^{\gamma_b} - C'_b \right\} \end{aligned} \quad \dots (47)$$

この場合、TRCにより非線形特性が補正されたRGBの各光量を表す r''' , g''' , b''' から、XYZ3刺激値への変換は、次のようなマトリックスにより行うことができる。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} &= \begin{bmatrix} X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}} & X_{g, \text{max}} - X_{g, \text{min}} & X_{b, \text{max}} - X_{b, \text{min}} \\ Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}} & Y_{g, \text{max}} - Y_{g, \text{min}} & Y_{b, \text{max}} - Y_{b, \text{min}} \\ Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}} & Z_{g, \text{max}} - Z_{g, \text{min}} & Z_{b, \text{max}} - Z_{b, \text{min}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r''' \\ g''' \\ b''' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{k, \text{min}} \\ Y_{k, \text{min}} \\ Z_{k, \text{min}} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}} & X_{g, \text{max}} - X_{g, \text{min}} & X_{b, \text{max}} - X_{b, \text{min}} & X_{k, \text{min}} \\ Y_{r, \text{max}} - Y_{r, \text{min}} & Y_{g, \text{max}} - Y_{g, \text{min}} & Y_{b, \text{max}} - Y_{b, \text{min}} & Y_{k, \text{min}} \\ Z_{r, \text{max}} - Z_{r, \text{min}} & Z_{g, \text{max}} - Z_{g, \text{min}} & Z_{b, \text{max}} - Z_{b, \text{min}} & Z_{k, \text{min}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r''' \\ g''' \\ b''' \\ 1 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \dots (48)$$

ここで、

$$\begin{aligned} X_{r, \text{max, measured}} &= X_{r, \text{max}} + X_{g, \text{min}} + X_{b, \text{min}} \\ X_{k, \text{min}} &= X_{r, \text{min}} + X_{g, \text{min}} + X_{b, \text{min}} \end{aligned} \quad \dots (49)$$

であるから、

$$X_{r, \text{max}} - X_{r, \text{min}} = X_{r, \text{max, measured}} - X_{k, \text{min}} \quad \dots (50)$$

と表すことができる。緑と青についても同様である。従って、最終

的にXYZ3 刺激値への変換は、式 (5 1) で示す 3 × 4 のマトリックスで行うことが可能となる。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} = \begin{bmatrix} X_{r, \text{max, measured}} - X_{k, \text{min}} & X_{g, \text{max, measured}} - X_{k, \text{min}} & X_{b, \text{max, measured}} - X_{k, \text{min}} & X_{k, \text{min}} \\ Y_{r, \text{max, measured}} - Y_{k, \text{min}} & Y_{g, \text{max, measured}} - Y_{k, \text{min}} & Y_{b, \text{max, measured}} - Y_{k, \text{min}} & Y_{k, \text{min}} \\ Z_{r, \text{max, measured}} - Z_{k, \text{min}} & Z_{g, \text{max, measured}} - Z_{k, \text{min}} & Z_{b, \text{max, measured}} - Z_{k, \text{min}} & Z_{k, \text{min}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r''' \\ g''' \\ b''' \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (5 1)$$

CIE122-1996の手法を用いたのでは、精度よくモニタの色再現特性を表すことができない場合、すなわち、モニタのコントラストや明るさの設定などにより、黒レベルが浮いた場合でも、以上のように、RGBの各測定値より、黒レベルでの測定値を減じた階調データを用いて、GOGOモデルによりTRC特性を表し、また、RGBの各色の入力信号最大時のXYZ3 刺激値と黒レベル（入力信号 = (0, 0, 0)）のときの3 刺激値の4つの測定により求められる3 × 4の変換マトリックスを使用することで、より少ないモニタの色特性の測定でも、高精度な色校正を行うことが可能となる。

以上のように、分光分布の比例則が成立する場合、黒が浮いた状態の設定でも、上述したようにRGBの各色の階調データより、黒レベル時のデータを減じたデータを使用することで、RGBの各チャンネル毎に1つのTRC、合計3つのTRCで、その階調特性を表すことができる。しかしながら、RGB各色における分光分布の比例則が成立しない（式 (2 6) が成立しない）自己発光型のディスプレイ（低コストモデルのCRTを含む）の場合、このような色校正法では、誤差が大きくなってしまう。

この場合、式 (3 3) から式 (4 6) を導く過程における式 (4 1) や式 (4 5) が成立しないため、RGBの各色でのTRCは一意には

決定できないことになる。従って、赤の場合の式(34)と同様に、緑、または青についての3刺激値Xから求められるTRCは、次のようになる。

$$r''(X) = \frac{X_{r, \text{measured}}}{X_{r, \text{measured}, \text{max}}} = \frac{X_{r, \text{max}}(k_{r, \text{gain}} \cdot dr / (2^N - 1) + k_{r, \text{offset}})^{Y_r} + X_{g, \text{max}} \cdot k_{g, \text{offset}}^{Y_g} + X_{b, \text{max}} \cdot k_{b, \text{offset}}^{Y_b}}{X_{r, \text{measured}, \text{max}}}$$

$$g''(X) = \frac{X_{g, \text{measured}}}{X_{g, \text{measured}, \text{max}}} = \frac{X_{g, \text{max}}(k_{g, \text{gain}} \cdot dr / (2^N - 1) + k_{g, \text{offset}})^{Y_g} + X_{r, \text{max}} \cdot k_{r, \text{offset}}^{Y_r} + X_{b, \text{max}} \cdot k_{b, \text{offset}}^{Y_b}}{X_{g, \text{measured}, \text{max}}}$$

$$b''(X) = \frac{X_{b, \text{measured}}}{X_{b, \text{measured}, \text{max}}} = \frac{X_{b, \text{max}}(k_{b, \text{gain}} \cdot dr / (2^N - 1) + k_{b, \text{offset}})^{Y_b} + X_{r, \text{max}} \cdot k_{r, \text{offset}}^{Y_r} + X_{g, \text{max}} \cdot k_{g, \text{offset}}^{Y_g}}{X_{b, \text{measured}, \text{max}}}$$

... (52)

Y値とZ値についても同様にTRCが求められ、各色3個ずつで、合計9つのTRCが求められる。いま、ある色のXYZ3刺激値の測定値が式(53)で表されるものとする。

$$\begin{aligned} X_{\text{measured}} &= X_{r, \text{max}}(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}})^{Y_r} + X_{g, \text{max}}(k_{g, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{g, \text{offset}})^{Y_g} \\ &\quad + X_{b, \text{max}}(k_{b, \text{gain}} \cdot \frac{db}{2^N - 1} + k_{b, \text{offset}})^{Y_b} \\ Y_{\text{measured}} &= Y_{r, \text{max}}(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}})^{Y_r} + Y_{g, \text{max}}(k_{g, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{g, \text{offset}})^{Y_g} \\ &\quad + Y_{b, \text{max}}(k_{b, \text{gain}} \cdot \frac{db}{2^N - 1} + k_{b, \text{offset}})^{Y_b} \\ Z_{\text{measured}} &= Z_{r, \text{max}}(k_{r, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, \text{offset}})^{Y_r} + Z_{g, \text{max}}(k_{g, \text{gain}} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{g, \text{offset}})^{Y_g} \\ &\quad + Z_{b, \text{max}}(k_{b, \text{gain}} \cdot \frac{db}{2^N - 1} + k_{b, \text{offset}})^{Y_b} \end{aligned}$$

．．． (5 3)

この式 (5 3) は、式 (5 2) から、次のように変形できる。

$$\begin{aligned}
 X_{m \text{ measured}} &= X_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(X) - (X_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_r + X_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + X_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(X) - (X_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + X_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + X_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(X) - (X_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + X_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_g) \\
 Y_{m \text{ measured}} &= Y_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(Y) - (Y_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_g + Y_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + Y_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(Y) - (Y_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + Y_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + Y_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(Y) - (Y_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + Y_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_g) \\
 Z_{m \text{ measured}} &= Z_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(Z) - (Z_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_g + Z_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + Z_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(Z) - (Z_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + Z_{b, \max, k_b, \text{offset}} \gamma_b) \\
 &\quad + Z_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(Z) - (Z_{r, \max, k_r, \text{offset}} \gamma_r + Z_{g, \max, k_g, \text{offset}} \gamma_g)
 \end{aligned}$$

．．． (5 4)

さらに式 (5 4) は、式 (3 1) 、式 (3 2) より、次のように変形できる。

$$\begin{aligned}
 X_{m \text{ measured}} &= X_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(X) + X_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(X) + X_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(X) - 2X_{k, \min} \\
 Y_{m \text{ measured}} &= Y_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(Y) + Y_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(Y) + Y_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(Y) - 2Y_{k, \min} \\
 Z_{m \text{ measured}} &= Z_{r, m \text{ measured}, \max} \Gamma^n(Z) + Z_{g, m \text{ measured}, \max} g^n(Z) + Z_{b, m \text{ measured}, \max} b^n(Z) - 2Z_{k, \min}
 \end{aligned}$$

．．． (5 5)

RGBの各色の分光分布の比例則が成立しない自己発光型のディスプレイの色校正時には、CIE122-1996や、式 (5 1) のようなマトリックス変換ではなく、9個のTRCと黒レベルの3刺激値から、式 (5 5) により、XYZ3刺激値を求めることができる。

図 1 6 は、以上の処理を行う画像処理部 1 0 0 の構成例を表している。この例において、画像処理部 1 0 0 は、評価部 7 0 1 とデータ処理部 7 0 2 とを有している。評価部 7 0 1 の比例則評価部 7 1

1 は、RGB発光色の分光分布の比例則が成立するか否かを判定し、その判定結果を黒浮き評価部 7 1 2 とデータ処理部 7 0 2 のTRC作成部 7 2 2 に出力している。黒浮き評価部 7 1 2 は、黒レベルが浮いているか否かの判定処理を行い、判定結果を加法則評価部 7 1 3 とTRCモデル選択部 7 1 5 に出力している。

加法則評価部 7 1 3 は、RGB各発光色の加法混色が成立するか否かを判定し、判定結果をマトリックス選択部 7 1 4 に出力している。マトリックス選択部 7 1 4 は、XYZ値への変換マトリックスのタイプを選択する。TRCモデル選択部 7 1 5 は、TRCモデルの選択を行う。

データ処理部 7 0 2 のマトリックス作成部 7 2 1 は、マトリックス選択部 7 1 4 の選択に対応して、XYZ値への変換マトリックスタイプを作成し、プロファイル作成部 7 2 3 に出力している。TRC作成部 7 2 2 は、TRCモデル選択部 7 1 5 の選択に対応して、RGBの各チャンネルのTRCを作成し、プロファイル作成部 7 2 3 に出力している。プロファイル作成部 7 2 3 は、ICCプロファイルを作成し、メモリ部 1 0 4 に出力している。

次に、この画像処理部 1 0 0 の動作について、図 1 7 のフローチャートを参照して説明する。なお、この処理は、自己発光型のディスプレイに関して行われるものである。最初にステップ S 4 1 において、評価部 7 0 1 の比例則評価部 7 1 1 はデジタル信号 (dr, dg, db) の入力を受ける。このとき、ディスプレイがCRTであるか否かの識別コードもあわせて入力される。ステップ S 4 2 において、比例則評価部 7 1 1 は、RGB発光色の分光分布の比例則が成立するか否かを判定する。すなわち、上述した式 (2 6) が成立するか否かを判定する。比例則が成立すると判定した場合、比例則評価部 7 1 1 は、

その判定結果を黒浮き評価部 7 1 2 に出力する。

黒浮き評価部 7 1 2 は、比例則評価部 7 1 1 より比例則成立の評価結果の供給を受けたとき、ステップ S 4 3 において黒浮きが発生しているか否かを判定する。すなわち、入力されたデジタル信号 (dr, dg, db) が (0, 0, 0) である (画像データがない) にもかかわらず、モニタが発光しているか否かを判定する。黒浮き評価部 7 1 2 が黒浮きが発生していないと判定した場合、ステップ S 4 4 に進み、TRCモデル選択部 7 1 5 は、モニタがCRTであるか否かを判定し、CRTである場合には、ステップ S 4 5 に進み、表 1 に示すシンプルモデル、GOG (Gain-Offset-Gamma) モデル、またはGOGO (Gain-Offset-Gamma-Offset) モデルのうちの、シンプルモデル、またはGOGモデルを選択し、選択結果をTRC作成部 7 2 2 に出力する。

表 1

No.	Name	Model Formula	Comment
1	Simple	$Y=X^{\gamma}$	Simplest and widely used
2	GOG	$Y=(aX+b)^{\gamma}$	Introduced in CIE tech.rep.122-1996
3	GOGO	$Y=(aX+b)^{\gamma}+c$	Proposed in IEC/CD61966 part3

ここで、各モデルについて簡単に説明すると、シンプルモデルは、表 1 に示すように、 $Y = X^{\gamma}$ ($\gamma = \gamma$) の特性に基づいてTRCを生成するものであり、モニタ階調特性をべき数の一指標で表すことができる利点があるが、精度的には、必ずしも十分ではないことが多い。

GOGモデルは、CIEテクニカルリポートCIE122-1996で用いられてお

り、 $Y = (aX + b)^P$ ($P = \gamma$) の式に基づいて、TRCを生成する。ここで、係数 a がゲインを表し、係数 b がオフセットを表している。このGOGモデルは、CRTモニタの物理特性より導かれたものであり、モニタの階調特性を良好に表すことができる。しかしながら、ユーザがコントラストや明るさなどの設定を変更し、モニタの黒レベルが浮いてしまったような場合、必ずしもモニタの階調特性を精度良く表すことができなくなる。

GOGOモデルは、 $Y = (aX + b)^P + c$ ($P = \gamma$) の式に基づいてTRCを生成するものであり、GOGモデルにオフセットの項 c を付加したものである。このGOGOモデルは、IEC61966-3の最新のCommittee Draftで提案されている。このGOGOモデルによれば、GOGモデルで補正することが困難な場合（モニタの黒レベルが浮いているような場合）でも、このオフセットの項 c による補正に基づいて、モニタの階調特性を良好に表すことができる。

TRCモデル選択部 7 1 5 は、ゲイン係数 a が 1 で、オフセット係数 b が 0 のとき、シンプルモデルを選択し、その他のとき、GOGモデルを選択する。TRCモデル選択部 7 1 5 によりGOGモデルが選択された場合、TRC作成部 7 2 2 は、ステップ S 4 5 で、図 1 8 のフローチャートに示すように、RGB各色における数階調のXYZ3刺激値測定データを使用し、非線形最適化手法によりGOGモデルのパラメータを求めて、3つのTRCを決定する。なお、図 1 8 には、赤の成分についてのみ示してあるが、緑及び青の成分についても同様に求められる。

すなわち、図 1 8 において、最初にステップ S 7 1 で、入力デジタル信号 dr からサンプリングされた数階調の 3 刺激値が測定され、ステップ S 7 2 において、入力信号値 d_r を $2^N - 1$ で割算すること

で、正規化が行われる。さらに、ステップ S 7 3 において、測定された 3 刺激値のうちの出力値 X_r を最大値 $X_{r, \max}$ (これも測定されたもの) で割算することで正規化が行われる。

ステップ S 7 4 においては、入力デジタル信号 dr と出力値 X_r のデータと、式 (5 6) に基づいて、非線形補間処理 (非線形最適化処理) が統計的に行われる。そして、ステップ S 7 5 において、式 (5 6) における係数 $k_{r, gain}$, $k_{r, offset}$, γ_r が求められる。

$$r = \frac{X_r}{X_{r, \max}} \left(k_{r, gain} \cdot \frac{dr}{2^N - 1} + k_{r, offset} \right)^{\gamma_r} \quad \dots (56)$$

図 1 7 に戻って、ステップ S 4 4 で、モニタが CRT ではないと判定された場合、表 1 に示したシンプルモデルまたは GOG モデルを用いることはできないので、ステップ S 4 9 に進み、RGB の各色における数階調の XYZ 3 刺激値測定データから求めた光量 (r , g , b) と入力デジタル信号値 (dr , dg , db) の間で、RGB の各チャンネル毎に 3 つの 1 次元ルックアップテーブル (LUT) を生成する処理が TRC 作成部 7 2 2 において実行される。

ステップ S 4 5 の処理の後、またはステップ S 4 9 の処理の後、ステップ S 4 6 に進み、加法則評価部 7 1 3 により加法則 (加法混色) が成立するか否かが判定される。この加法則は、白色の最大輝度 $Y_{w, \max}$ が、RGB 個々における最大輝度の和 ($Y_{r, \max} + Y_{g, \max} + Y_{b, \max}$) の 95 パーセント乃至 105 パーセントの値に対応するとき、成立すると判定される。加法則が成立すると判定された場合、ステップ S 4 7 に進み、マトリックス選択部 7 1 4 は、式 (2) に示す 3×3 のマトリックスを選択し、マトリックス生成部 7 2 1 は、このマ

トリックスを生成する。

ステップ S 4 6 において、加法則が成立しないと判定された場合、ステップ S 5 0 に進み、ユーザは、 $3 \times N$ のマトリックスを生成するか、または 3 次元ルックアップテーブルを生成するかを判定する。マトリックス作成部 7 2 1 は、ユーザの判定結果に対応して、 $3 \times N$ のマトリックス、または RGB の光量 (r, g, b) と XYZ 3 刺激値の間の 3 次元ルックアップテーブルを生成する。

例えば、ここで、 3×8 のマトリックスが生成される場合、次の式 (5 7) に示すような、(r, g, b, 1, rg, gb, br, rgb) に基づいて、(X_{CRT} , Y_{CRT} , Z_{CRT}) を生成する、 3×8 のマトリックスが生成される。

$$\begin{bmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{bmatrix} = M_{3 \times 8} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \\ 1 \\ rg \\ gb \\ br \\ rgb \end{bmatrix}$$

... (5 7)

ステップ S 4 3 において、黒浮きが発生していると判定された場合、ステップ S 5 1 に進み、ユーザは、黒浮きを補正する必要があるか否かを判定する。黒浮きが発生していたとしても、わずかであり、殆ど測定することができないような場合、黒浮きを補正する必要がないと判定される。黒浮きを十分測定することができる場合には、黒浮きを補正する必要があると判定され、この場合、ステップ S 5 2 に進み、TRCモデル選択部 7 1 5 は、モニタが CRT であるか否

かを判定する。モニタがCRTである場合、ステップS 5 4に進み、TRCモデル選択部 7 1 5 はGOGOモデルを選択し、TRC作成部 7 2 2 は、RGBの各色における数階調のXYZ 3 刺激値測定データから入力デジタル信号が(0, 0, 0)の時のXYZ 3 刺激値データを減じたデータを使用し、非線形最適化手法によりGOGOモデルのパラメータを求めて、式(4 7)の様な3つのTRCを決定する。

この場合のGOGOモデルによるTRC作成の処理は、図1 9に示すようになる。そのステップS 8 1乃至S 8 5の基本的な処理は、図1 8に示す場合と同様であるので、その説明は省略するが、ここでは、ステップS 8 1で、RGBの各色における数階調のXYZ 3 刺激値測定データから入力デジタル信号が(0, 0, 0)の時のXYZ 3 刺激値データを減じたデータが用いられる点、それを考慮して、ステップS 8 3, S 8 4において、式(4 7)に基づく演算が行われる点が、図1 8に示す場合と異なっている。そしてこのGOGOモデルでは、 $k'_{11}, k'_{12}, k'_{13}, k'_{21}, k'_{22}, k'_{23}, k'_{31}, k'_{32}, k'_{33}$ 以外にオフセットの項 c' が求められることになる。

ステップS 5 4の処理の後、ステップS 5 5に進み、加法則評価部 7 1 3 は、加法則が成立するか否かを判定し、加法則が成立する場合、ステップS 5 6に進み、マトリックス選択部 7 1 4 は、上述した式(5 1)に示す 3×4 のマトリックスを選択し、マトリックス作成部 7 2 1 は、RGBの各色の最大入力時の3刺激値と入力デジタル信号が(0, 0, 0)の時のXYZ 3 刺激値データの4つより、このマトリックスを生成する。

ステップS 5 2において、TRCモデル選択部 7 1 5 によりモニタがCRTではないと判定された場合、ステップS 5 3に進み、TRC作成部 7 2 2 は、RGBの各色上における数階調のXYZ 3 刺激値測定データか

ら入力デジタル信号が(0, 0, 0)のときのXYZ3刺激値データを減じたデータを使用して求めた光量(r''' , g''' , b''')と入力デジタル信号(dr , dg , db)間でRGBの各チャンネル毎に3つの1次元ルックアップテーブルを生成する。その後、ステップS 5 5に進み、それ以降の処理が実行される。

また、ステップS 5 5において、加法則が成立しないと判定された場合、ステップS 5 0に進み、マトリックス作成部7 2 1により、IEC等で推奨されているような数種類のモニタ表示色を測定した3刺激値データを使用し、線形回帰により、 $3 \times N$ のマトリックス係数が生成されるか、またはRGBの光量(r''' , g''' , b''')とXYZ3刺激値の間の3次元ルックアップテーブルが生成される。

ステップS 5 1において、黒浮きを補正する必要がないと判定された場合、ステップS 5 7に進み、モニタがCRTであるか否かが判定され、モニタがCRTである場合、ステップS 5 8に進み、ユーザは、GOGモデルまたはGOGOモデルを選択し、TRC作成部7 2 2は、その選択に対応してTRCを生成する。

ステップS 5 7において、モニタがCRTではないと判定された場合、ステップS 5 9に進み、TRC作成部7 2 2は、1次元ルックアップテーブルを生成する。

ステップS 5 8の処理の後、または、ステップS 5 9の処理の後、ステップS 6 0に進み、加法則評価部7 1 3は、加法則が成立するか否かを判定し、加法則が成立する場合、ユーザは、ステップS 6 1において、 3×3 のマトリックス、または 3×4 のマトリックスのいずれを生成するかを選択し、マトリックス作成部7 2 1は、その選択結果に対応して、IECの3 2色のXYZ測定値からの線形回帰で

求めるマトリックスを作成する。ステップ S 6 0 において、加法則が成立しないと判定された場合、ステップ S 5 0 に進み、 $3 \times N$ のマトリックス、または 3 次元ルックアップテーブルが生成される。

ステップ S 4 2 において、比例則が成立しないと判定された場合、ステップ S 6 2 に進み、加法則評価部 7 1 3 は、加法則が成立するか否かを判定し、成立しない場合には、ステップ S 6 5 に進み、TRC 作成部 7 2 2 は、RGB の光量 (r, g, b) と XYZ 3 刺激値の間の 3 次元ルックアップテーブルを生成する。ステップ S 6 2 において、加法則が成立すると判定された場合、ステップ S 6 3 に進み、TRC 作成部 7 2 2 は、この選択に対応して、RGB の各色における数階調の XYZ 3 刺激値測定データから、非線形最適化手法により GOG0 のパラメータを求めて、式 (5 2) で示す X 値の 3 個の TRC の他、Y 値と Z 値それぞれ 3 個ずつの、合計、9 個の TRC を生成する。ステップ S 6 4 においてはさらに、プロファイル作成部 7 2 3 は、式 (5 5) で示す XYZ 変換式を生成する。

ステップ S 4 7, S 5 0, S 5 6, S 6 1, S 6 4, S 6 5 の処理の後、ステップ S 4 8 に進み、XYZ 3 刺激値演算処理が、プロファイル作成部 7 2 3 で実行される。

以上のようにして、ユーザが、その嗜好にあわせて、コントラストや明るさを変化させ、モニタの黒レベルが浮いてしまったような状態でも、モニタの色再現特性評価のための測定例を増加することなく、精度良く色校正を行うことが可能となる。

なお、上述した式 (5 1) における 3×4 のマトリックスを生成するかわりに、式 (5 8) に示すように、 3×3 のマトリックスを生成し、TRC により非線形補正された光量を表す (r''' , g''' , b''')

') 値を、この 3×3 マトリックスにより、XYZ 3 刺激値に変換した後、デジタル信号が (0, 0, 0) のときの XYZ 3 刺激値データを加算するようにしてもよい。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{measured}} = \begin{bmatrix} X_{r, \text{measured}} - X_{k, \text{min}} & X_{g, \text{measured}} - X_{k, \text{min}} & X_{b, \text{measured}} - X_{k, \text{min}} \\ Y_{r, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}} & Y_{g, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}} & Y_{b, \text{measured}} - Y_{k, \text{min}} \\ Z_{r, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}} & Z_{g, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}} & Z_{b, \text{measured}} - Z_{k, \text{min}} \end{bmatrix}_{\text{Regression}} \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{k, \text{min}} \\ Y_{k, \text{min}} \\ Z_{k, \text{min}} \end{bmatrix}$$

... (58)

なお、上記したような処理を行うコンピュータプログラムを伝送する提供媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、色の補正を適切に行うことができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することができる。

また、本発明によれば、カラーマッチングを得るために自動的にモニタプロファイルを更新することができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することができる。

また、本発明によれば、送信側の装置と受信側の装置の画像の色の見えを同様にする画像送受信システム及び方法、並びに提供媒体を提供することができる。

また、本発明によれば、少ない測定量で、黒レベルが浮いてしま

ったような状態でも、精度良く色校正を行うことができる画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することができる。

また、本発明によれば、少ない測定量で、正確に色校正を行うことが可能な画像処理装置及び方法、並びに提供媒体を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロファイルにより画像信号を変換して出力する画像処理装置において、

出力対象となる前記モニタの視環境に関する情報を入力する入力手段と、

前記入力手段によって入力された前記視環境に関する情報に応じて、前記プロファイルを更新する更新手段と、

前記更新手段によって更新された前記プロファイルを格納する格納手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

2. 前記視環境に関する情報は、周囲光の色度点と照度レベルに関する情報であり、

前記更新手段は、前記周囲光の色度点と照度レベルに関する情報に応じて、前記プロファイルを更新する

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

3. 前記視環境に関する情報は、周囲光の色度点と照度レベルに関する情報であり、

前記更新手段は、前記周囲光の色度点と照度レベルに関する情報に応じて、前記モニタのドライブ及びバイアスを変更する

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

4. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロファイルにより画像信号を変換して出力する画像処理装置の画像処理方法において、

出力対象となる前記モニタの視環境に関する情報を入力する入力ステップと、

前記入カステップで入力された前記視環境に関する情報に応じて、前記プロフィールを更新する更新ステップと、

前記更新ステップで更新された前記プロフィールを格納する格納ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

5. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロフィールにより画像信号を変換して出力する画像処理装置に、

出力対象となる前記モニタの視環境に関する情報を入力する入力ステップと、

前記入カステップで入力された前記視環境に関する情報に応じて、前記プロフィールを更新する更新ステップと、

前記更新ステップで更新された前記プロフィールを格納する格納ステップと

を含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

6. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロフィールにより画像信号を変換して出力する画像処理装置において、

出力対象となる前記モニタの設定情報を入力する入力手段と、

前記入力手段によって入力された前記設定情報に応じて、前記プロフィールを更新する更新手段と、

前記更新手段によって更新された前記プロフィールを格納する格納手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

7. 前記設定情報は、前記モニタに出力される画像のコントラストまたは明るさの情報であり、

前記更新手段は、前記コントラストまたは明るさの情報に応じて、前記プロファイルのトーンリプロダクションカーブを変更することを特徴とする請求の範囲第6項記載の画像処理装置。

8. 前記設定情報は、前記モニタの基準白色点の情報であり、

前記更新手段は、前記基準白色点の情報に応じて、前記プロファイルのトーンリプロダクションカーブ及びマトリックスを更新することを特徴とする請求の範囲第6項記載の画像処理装置。

9. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロファイルにより画像信号を変換して出力する画像処理装置の画像処理方法において、

出力対象となる前記モニタの設定情報を入力する入力ステップと、前記入力ステップで入力された前記設定情報に応じて、前記プロファイルを更新する更新ステップと、

前記更新ステップで更新された前記プロファイルを格納する格納ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

10. 出力対象となるモニタの特性に対応したプロファイルにより画像信号を変換して出力する画像処理装置に、

出力対象となる前記モニタの設定情報を入力する入力ステップと、前記入力ステップで入力された前記設定情報に応じて、前記プロファイルを更新する更新ステップと、

前記更新ステップで更新された前記プロファイルを格納する格納ステップと

を含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

11. 送信側の装置で入力装置から入力された画像データを受信

側の装置に送信し、前記受信側の装置で所定の処理を施した後、出力装置に出力する画像送受信システムにおいて、

前記送信側の装置は、

入力装置のプロファイルを記憶する第1の記憶手段と、

前記プロファイルが作成された際の初期使用情報を記憶する第2の記憶手段と、

前記入力装置の現在の使用情報を入力する入力手段と、

前記入力装置より入力された画像データに対して、前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報を付加する付加手段と、

前記付加手段によって情報が付加された前記画像データを前記受信側の装置に対して送信する送信手段とを備え、

前記受信側の装置は、

前記送信手段によって送信された画像データを受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された画像データから、前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段によって抽出された前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報に応じて、前記画像データに対して補正処理を施す補正手段とを備える

ことを特徴とする画像送受信システム。

12. 送信側の装置で入力装置から入力された画像データを受信側の装置に送信し、前記受信側の装置で所定の処理を施した後、出力装置に出力する画像送受信システムの画像送受信方法において、

前記送信側の装置の画像送受信方法は、

入力装置のプロファイルを記憶する第 1 の記憶ステップと、

前記プロファイルが作成された際の初期使用情報を記憶する第 2 の記憶ステップと、

前記入力装置の現在の使用情報を入力する入力ステップと、

前記入力装置より入力された画像データに対して、前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報を付加する付加ステップと、

前記付加ステップによって情報が付加された前記画像データを前記受信側の装置に対して送信する送信ステップとを含み、

前記受信側の装置の画像送受信方法は、

前記送信ステップで送信された画像データを受信する受信ステップと、

前記受信ステップで受信された画像データから、前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップで抽出された前記プロファイル、前記初期使用情報、及び前記使用情報に応じて、前記画像データに対して補正処理を施す補正ステップとを含む

ことを特徴とする画像送受信方法。

13. 送信側の装置で入力装置から入力された画像データを受信側の装置に送信し、前記受信側の装置で所定の処理を施した後、出力装置に出力する画像送受信システムの、

前記送信側の装置に、

入力装置のプロファイルを記憶する第 1 の記憶ステップと、

前記プロフィールが作成された際の初期使用情報を記憶する第2の記憶ステップと、

前記入力装置の現在の使用情報を入力する入力ステップと、

前記入力装置より入力された画像データに対して、前記プロフィール、前記初期使用情報、及び前記使用情報を付加する付加ステップと、

前記付加ステップによって情報が付加された前記画像データを前記受信側の装置に対して送信する送信ステップと

を含む処理を実行させ、

前記受信側の装置に、

前記送信ステップで送信された画像データを受信する受信ステップと、

前記受信ステップで受信された画像データから、前記プロフィール、前記初期使用情報、及び前記使用情報を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップで抽出された前記プロフィール、前記初期使用情報、及び前記使用情報に応じて、前記画像データに対して補正処理を施す補正ステップと

を含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

14. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置において、

画像データがない状態における前記表示部の発光を検出する第1の検出手段と、

加法則が成立するか否かを検出する第2の検出手段と、

前記第 1 の検出手段の検出結果と前記第 2 の検出手段の検出結果に対応して、前記画像データがない状態における前記表示部の発光成分を相殺する要素を含む、デバイスに依存しない色信号を得るための 3×4 のマトリックスを生成する生成手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

15. 前記 3×4 のマトリックスは、トーンリプロダクションカーブより得られるデータから XYZ の 3 刺激値を得るためのマトリックスである

ことを特徴とする請求の範囲第 14 項記載の画像処理装置。

16. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置の画像処理方法において、

画像データがない状態における前記表示部の発光を検出する第 1 の検出ステップと、

加法則が成立するか否かを検出する第 2 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップでの検出結果と前記第 2 の検出ステップでの検出結果に対応して、前記画像データがない状態における前記表示部の発光成分を相殺する要素を含む、デバイスに依存しない色信号を得るための 3×4 のマトリックスを生成する生成ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

17. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置に、

画像データがない状態における前記表示部の発光を検出する第 1 の検出ステップと、

加法則が成立するか否かを検出する第 2 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップでの検出結果と前記第 2 の検出ステップ

での検出結果に対応して、前記画像データがない状態における前記表示部の発光成分を相殺する要素を含む、デバイスに依存しない色信号を得るための 3×4 のマトリックスを生成する生成ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

18. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置において、

比例則が成立するか否かを検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果に対応して、9個のトーンリプロダクションカーブを生成する第1の生成手段と、

前記第1の生成手段により生成された、前記9個のトーンリプロダクションカーブと、黒レベルの3刺激値から、デバイスに依存しない色信号を得るための式を生成する第2の生成手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

19. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置の画像処理方法において、

比例則が成立するか否かを検出する検出ステップと、

前記検出ステップでの検出結果に対応して、9個のトーンリプロダクションカーブを生成する第1の生成ステップと、

前記第1の生成ステップで生成された、前記9個のトーンリプロダクションカーブと、黒レベルの3刺激値から、デバイスに依存しない色信号を得るための式を生成する第2の生成ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

20. 画像データに対応する画像を表示部に表示させる画像処理装置に、

比例則が成立するか否かを検出する検出ステップと、

前記検出ステップでの検出結果に対応して、9個のトーンリプロダクションカーブを生成する第1の生成ステップと、

前記第1の生成ステップで生成された、前記9個のトーンリプロダクションカーブと、黒レベルの3刺激値から、デバイスに依存しない色信号を得るための式を生成する第2の生成ステップと

を含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

1/19

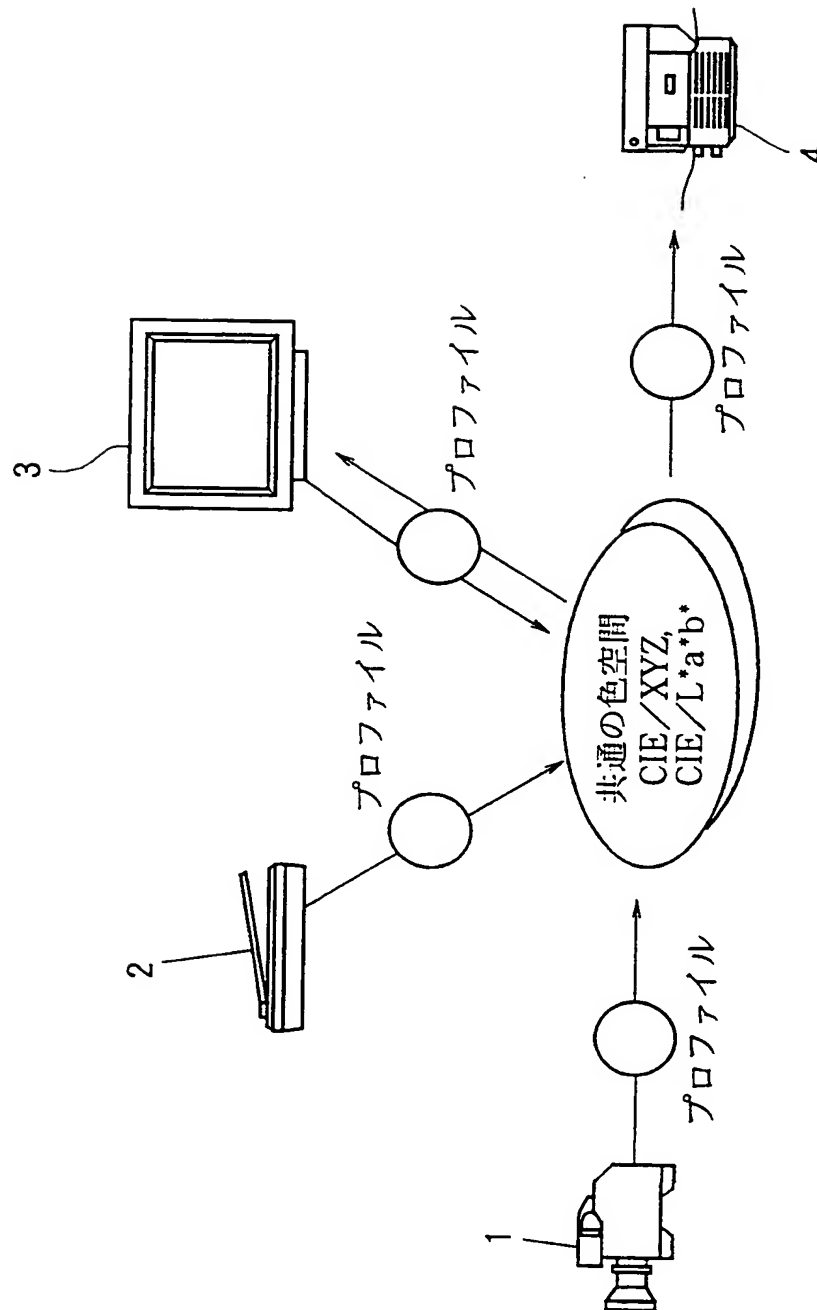


FIG.1

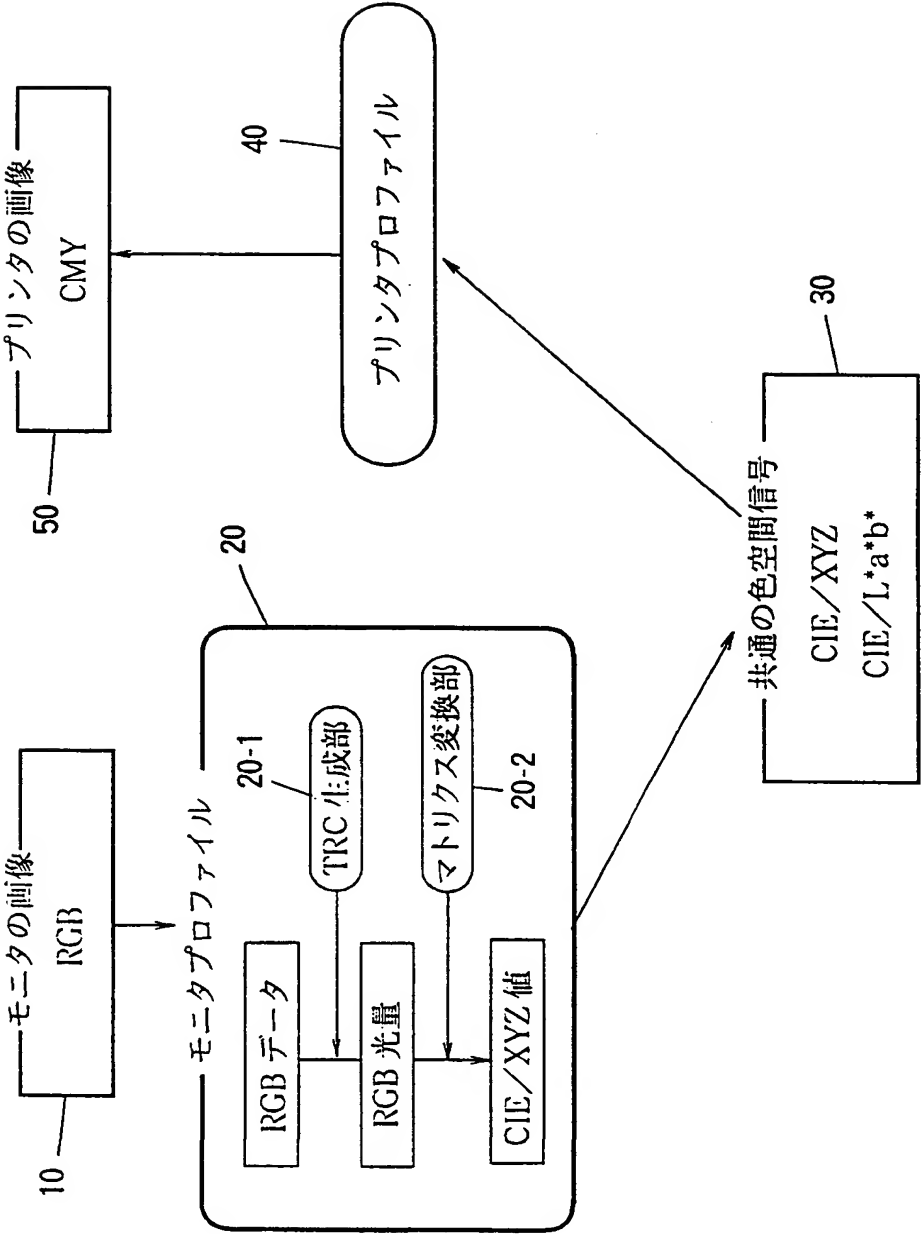


FIG.2

3/19

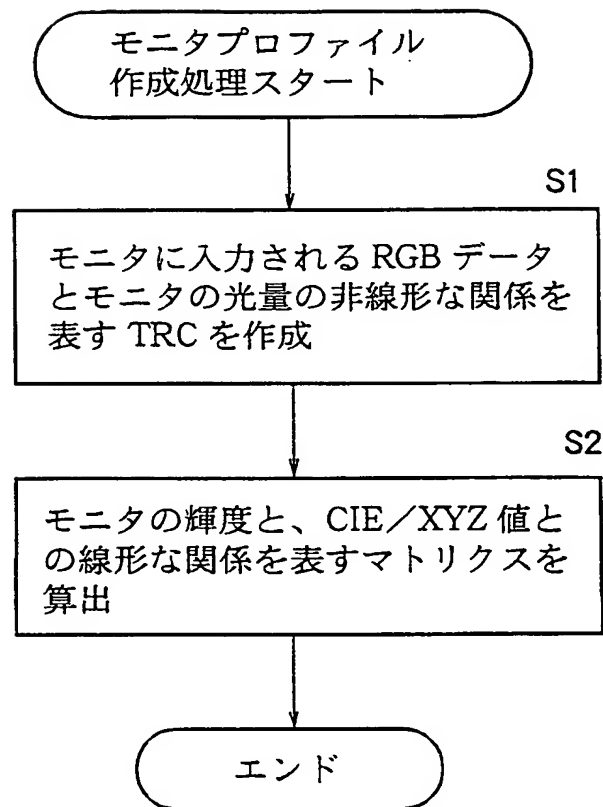


FIG.3

4/19

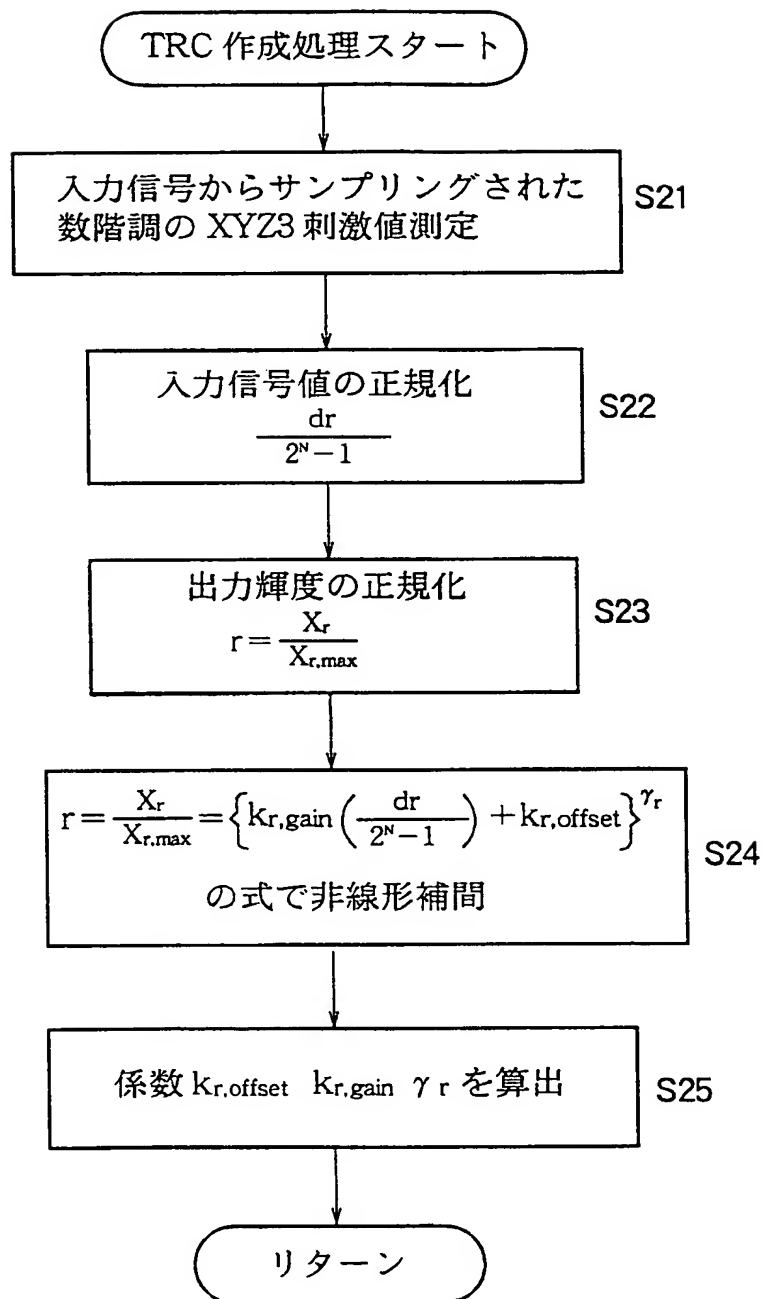


FIG.4

5/19

FIG.5A

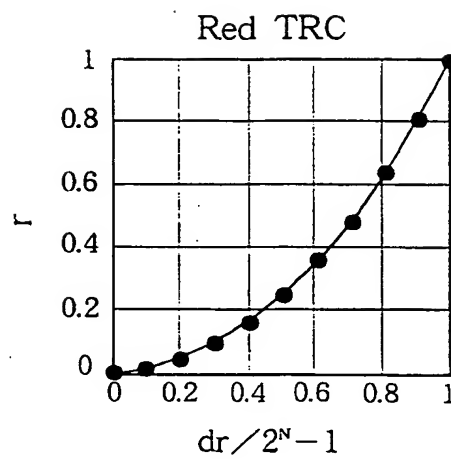


FIG.5B

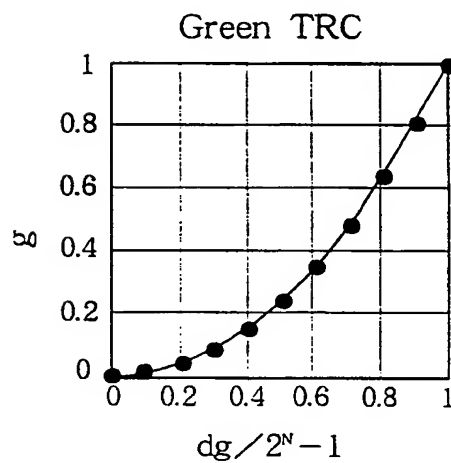
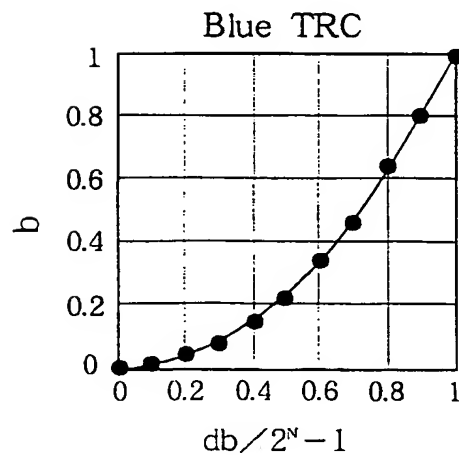


FIG.5C



6/19

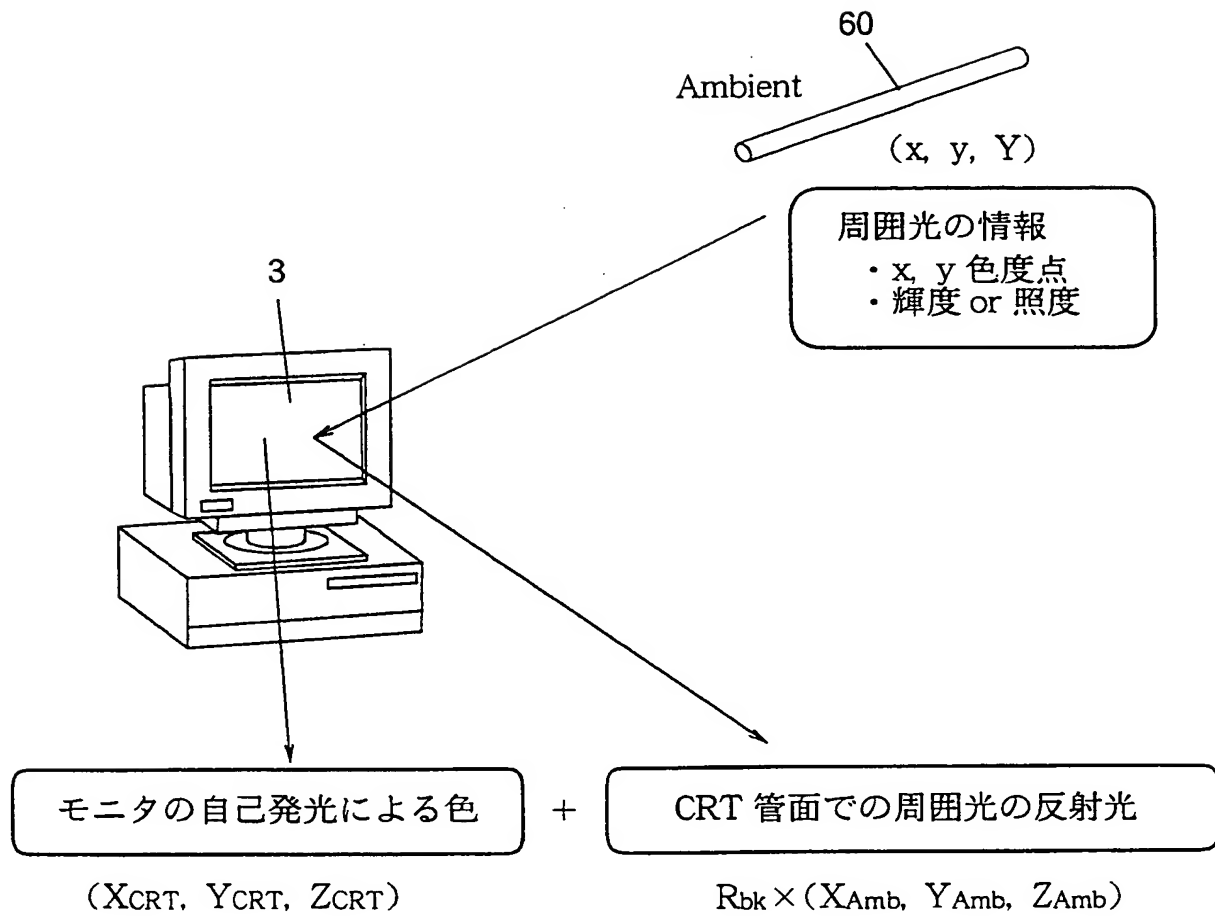


FIG.6

7/19

FIG.7A

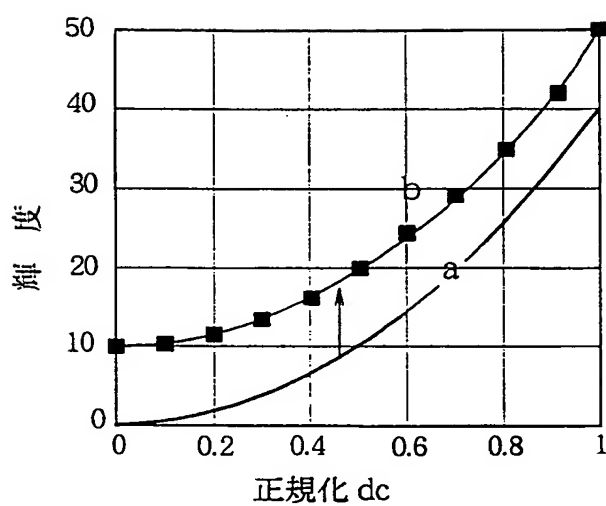
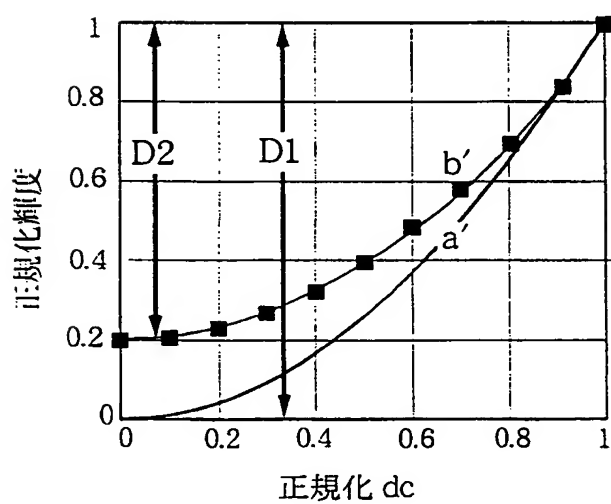


FIG.7B



8/19

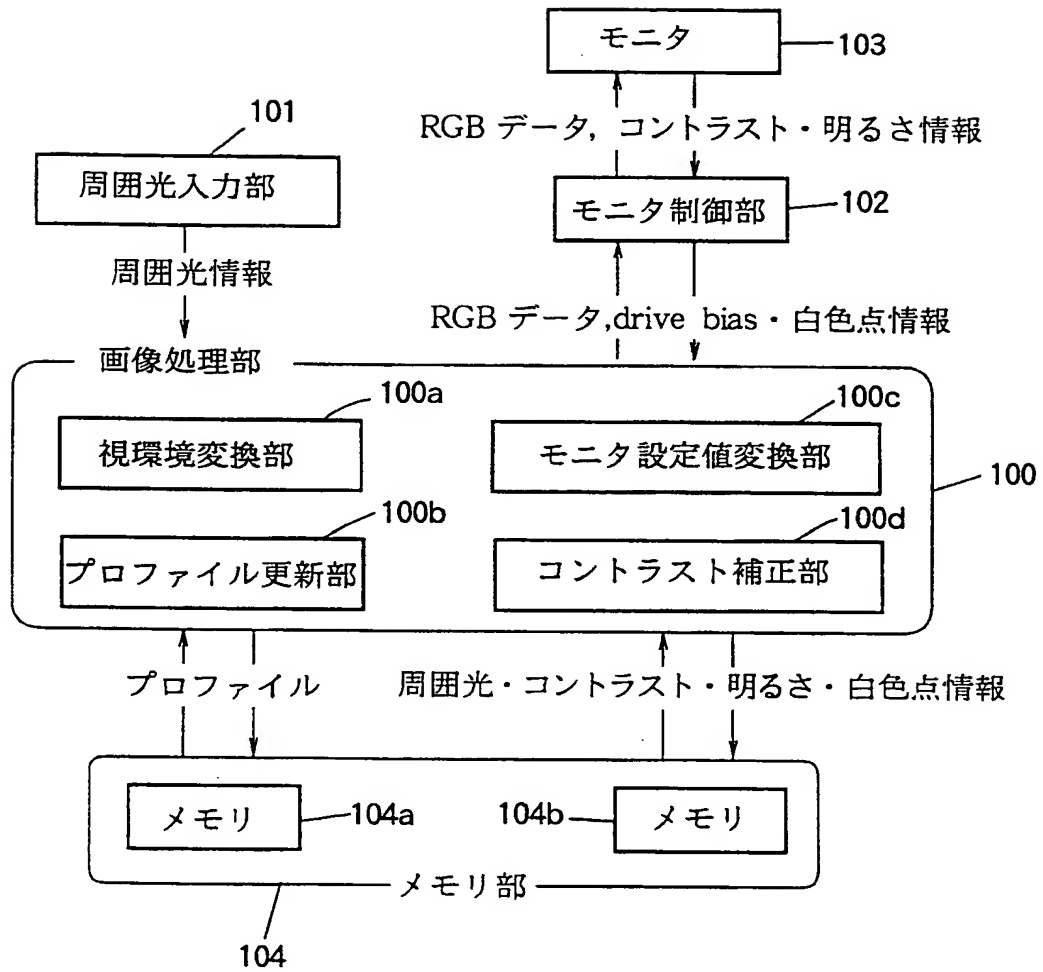


FIG.8

9/19

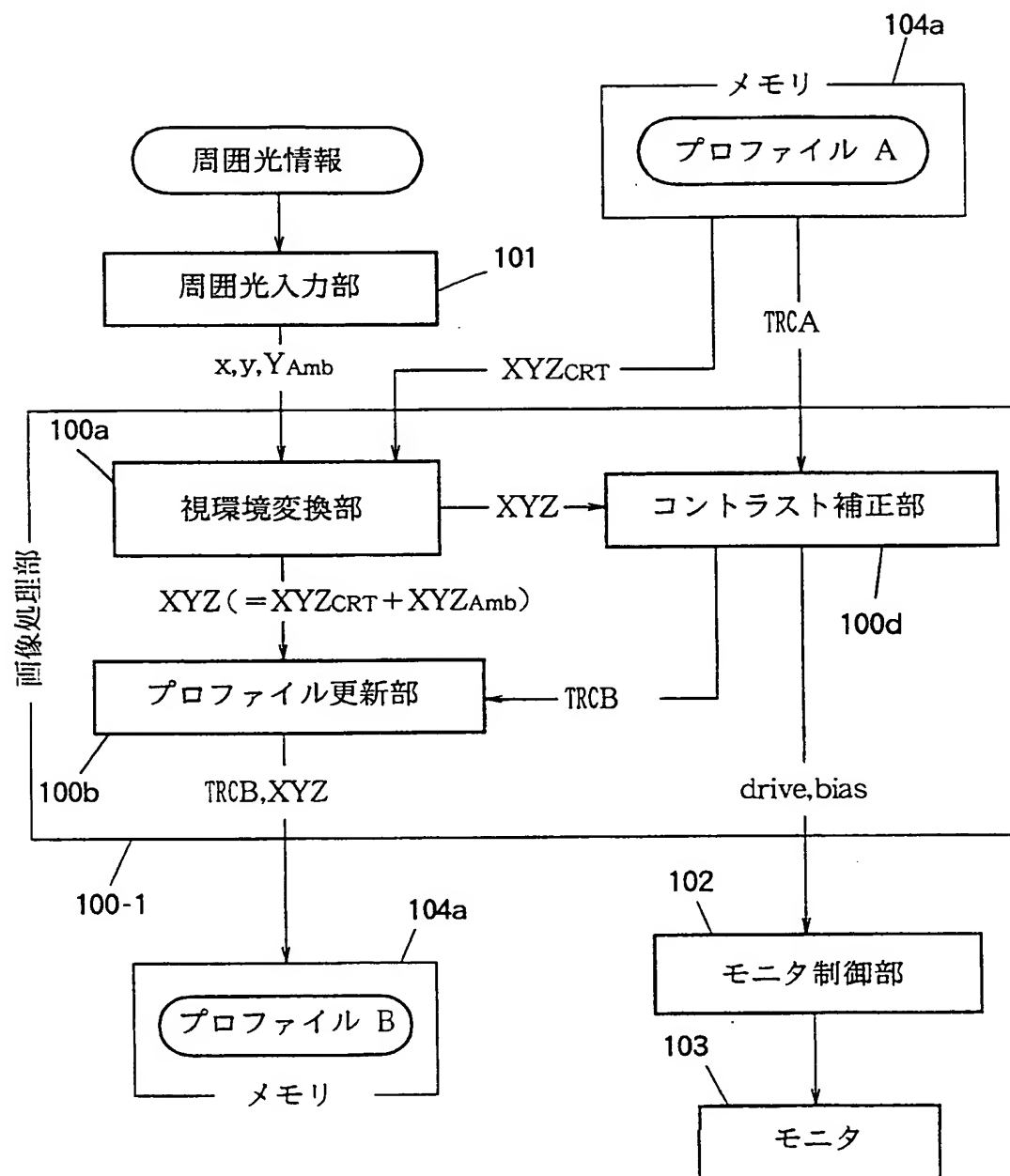



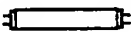
FIG.9


10/19

視環境設定 ☐ ☐ ☐

光源の種類

 白熱電灯 ☐

 蛍光灯 ☒

 自然光 ☐

光源の照度

FIG.10

11/19

FIG.11A

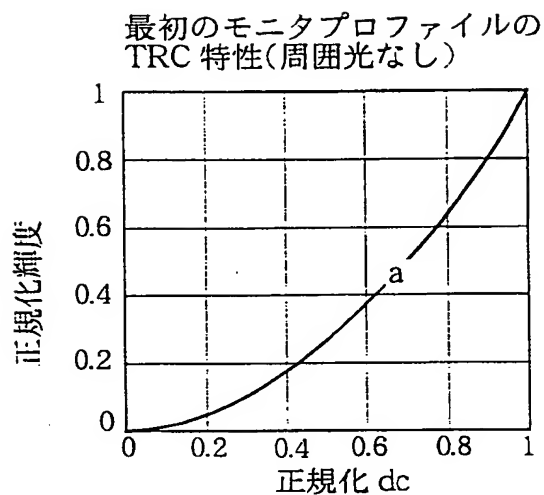


FIG.11B

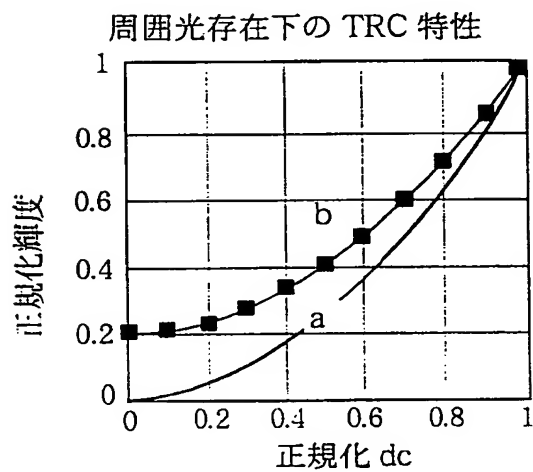
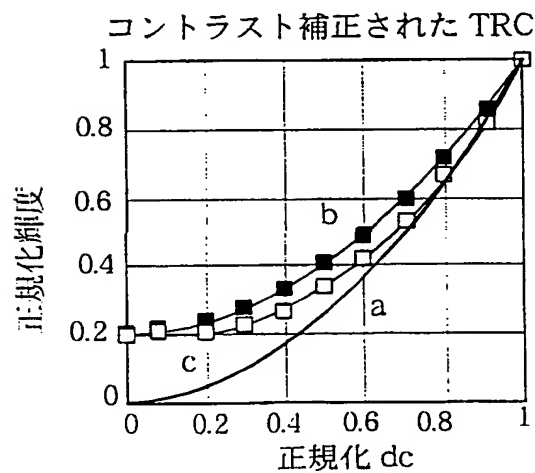


FIG.11C



12/19

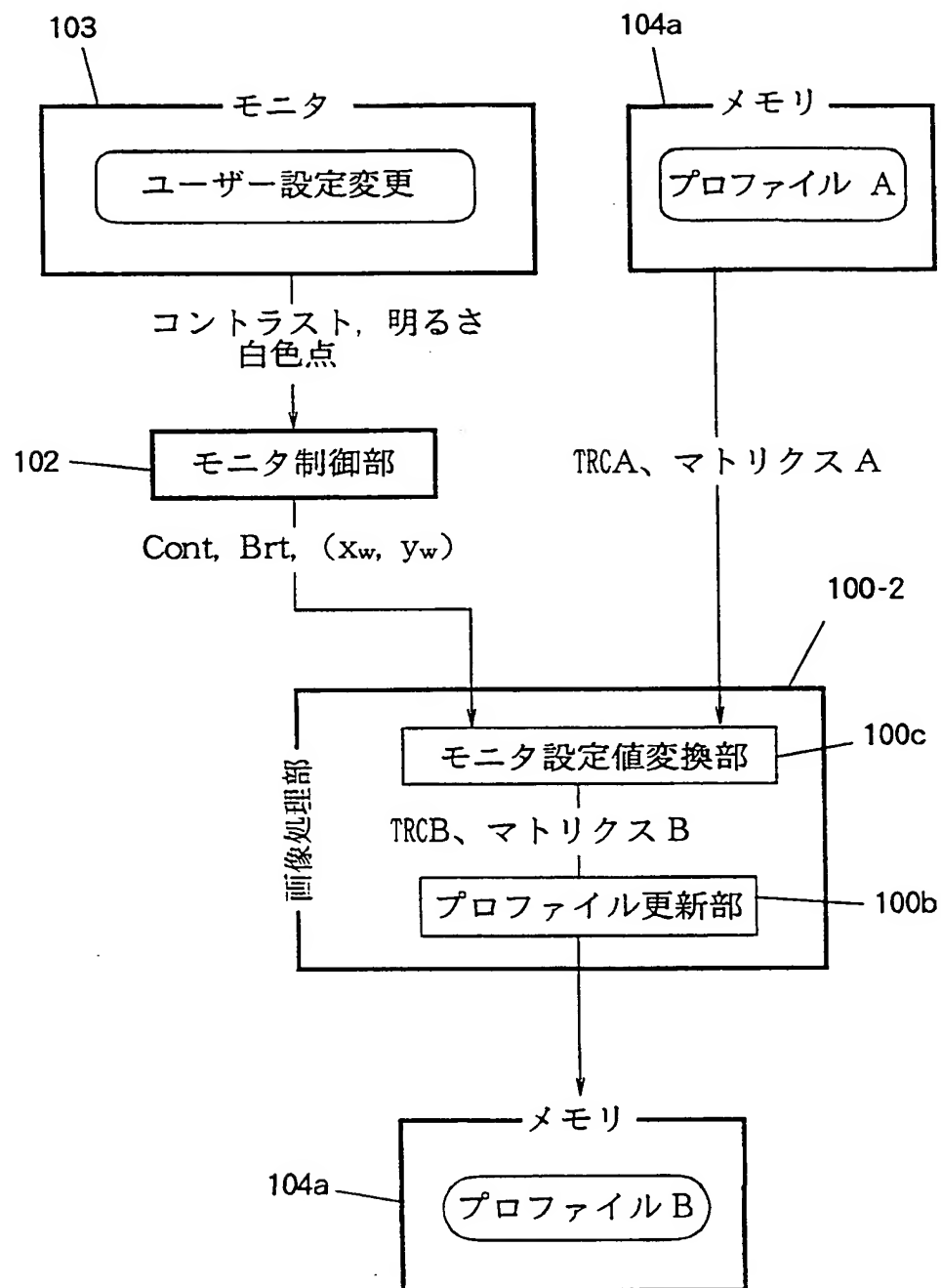


FIG.12

13/19

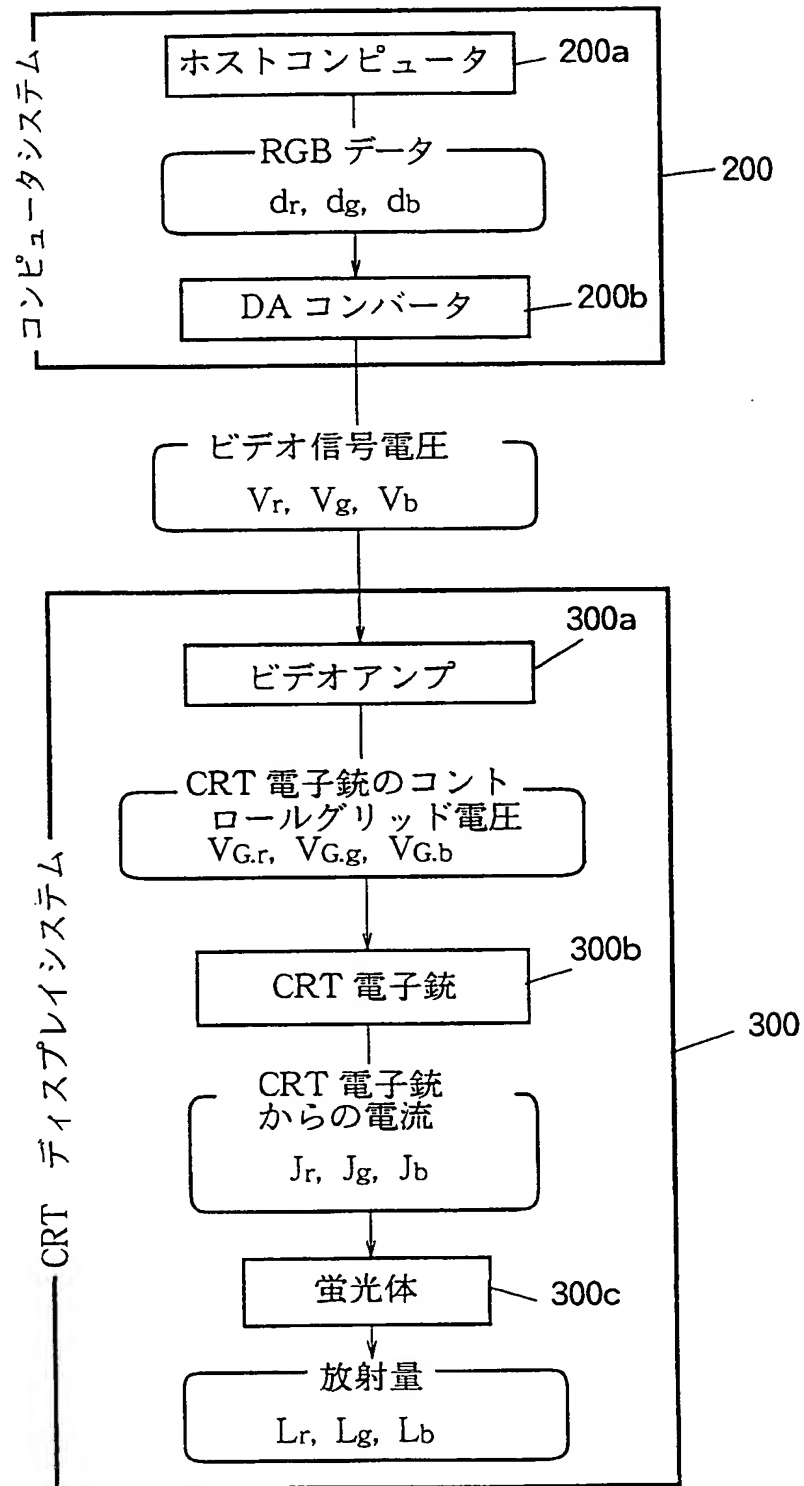


FIG.13

14/19

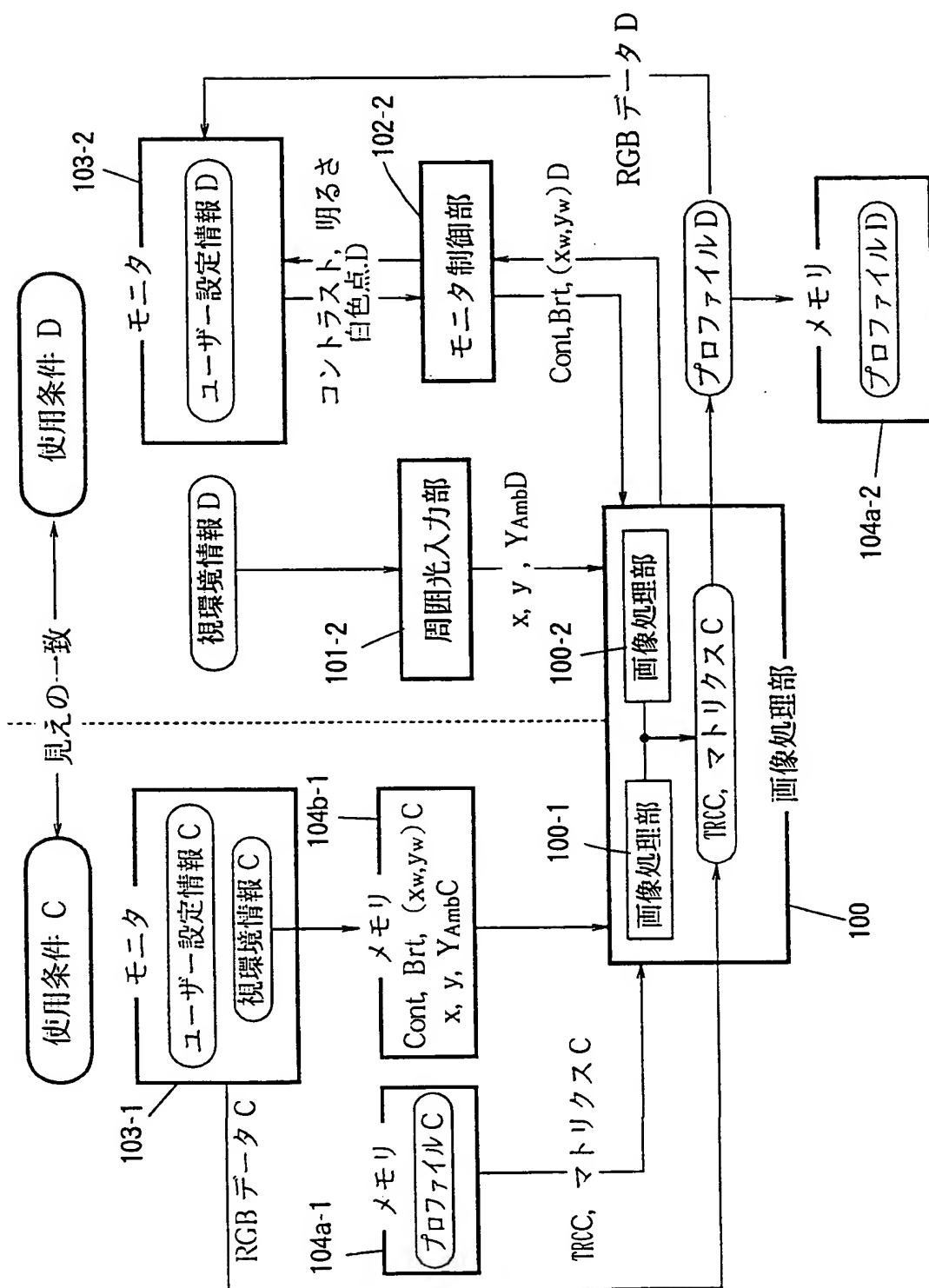


FIG.14

15/19

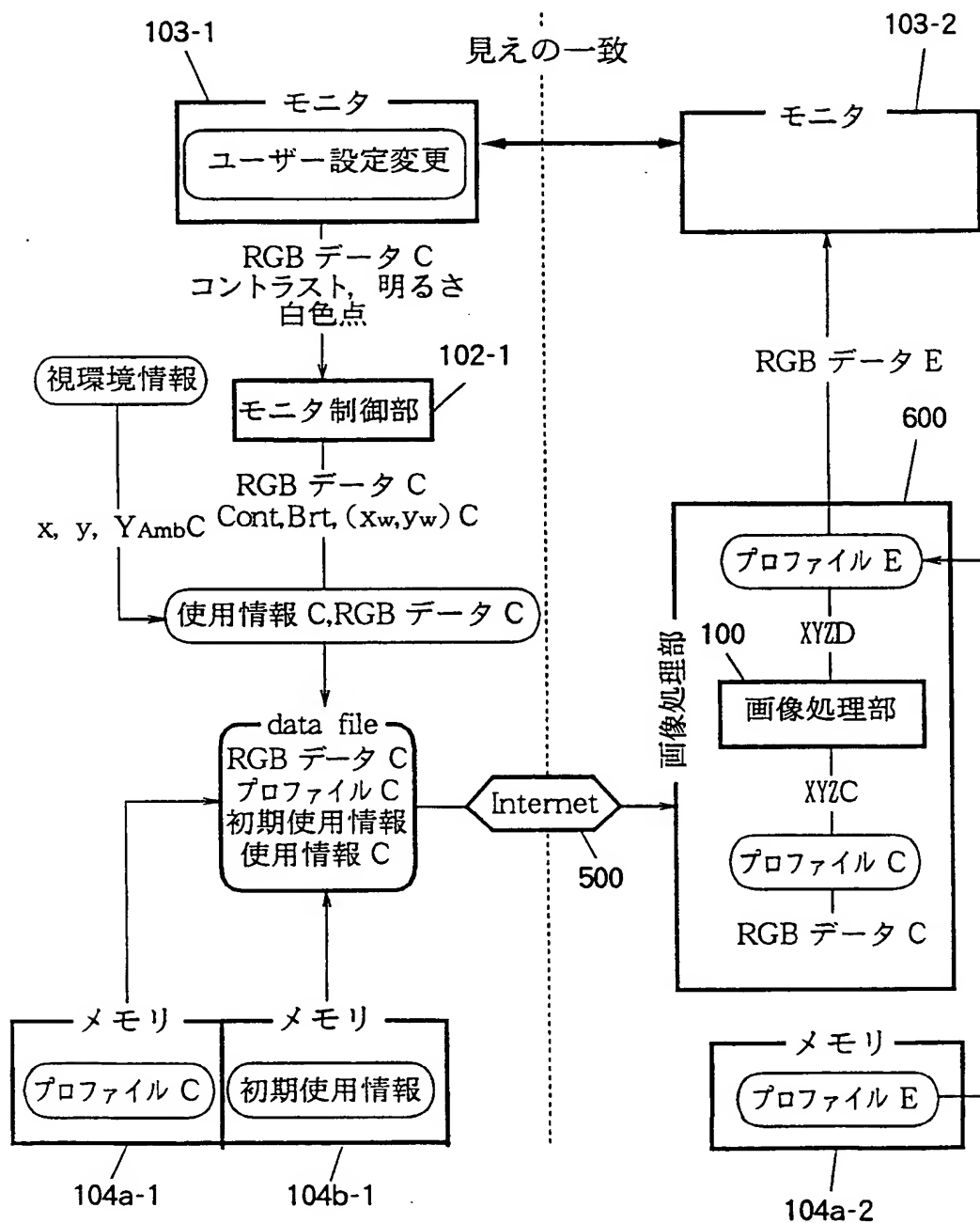


FIG.15

16/19

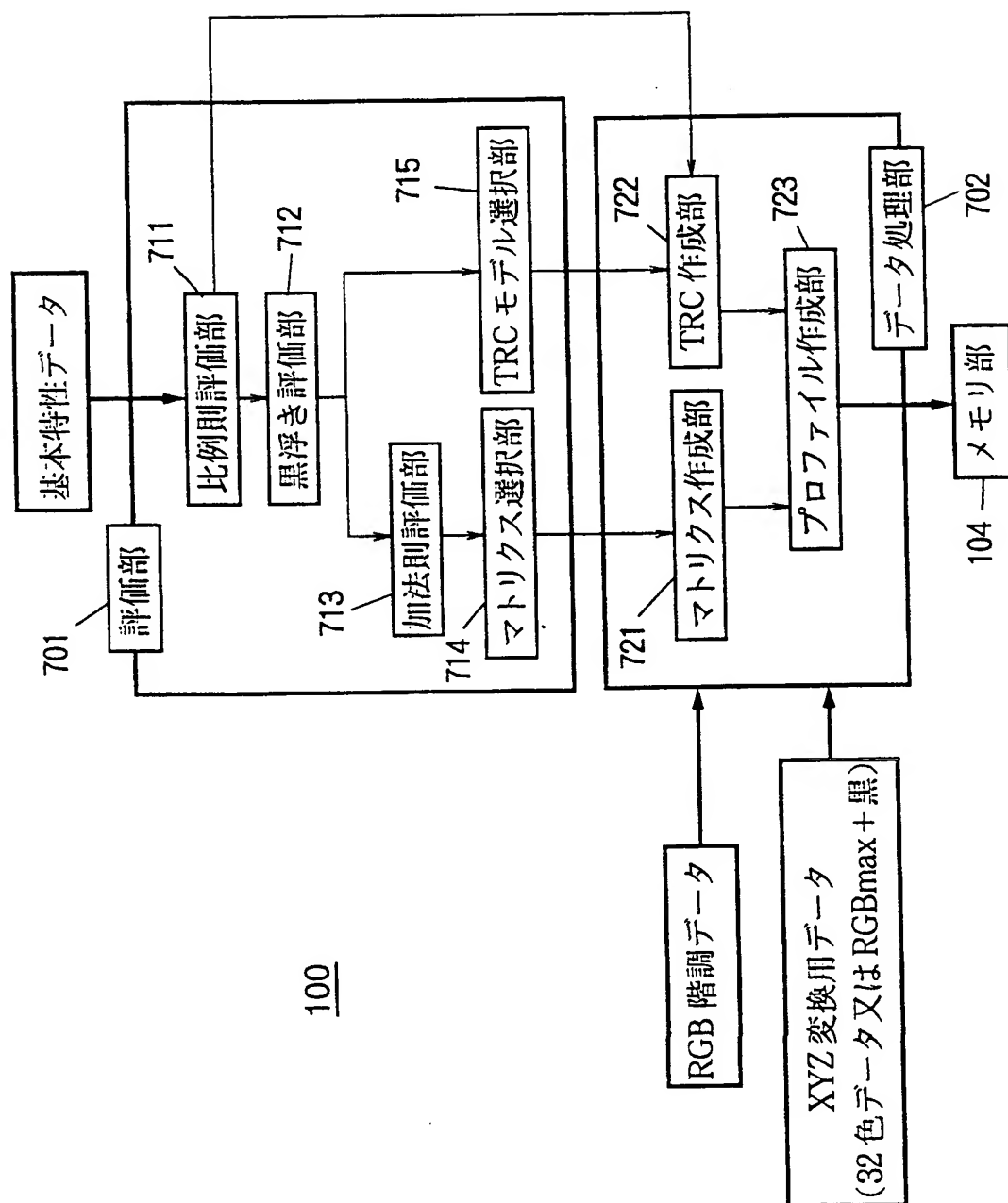


FIG.16

17/19

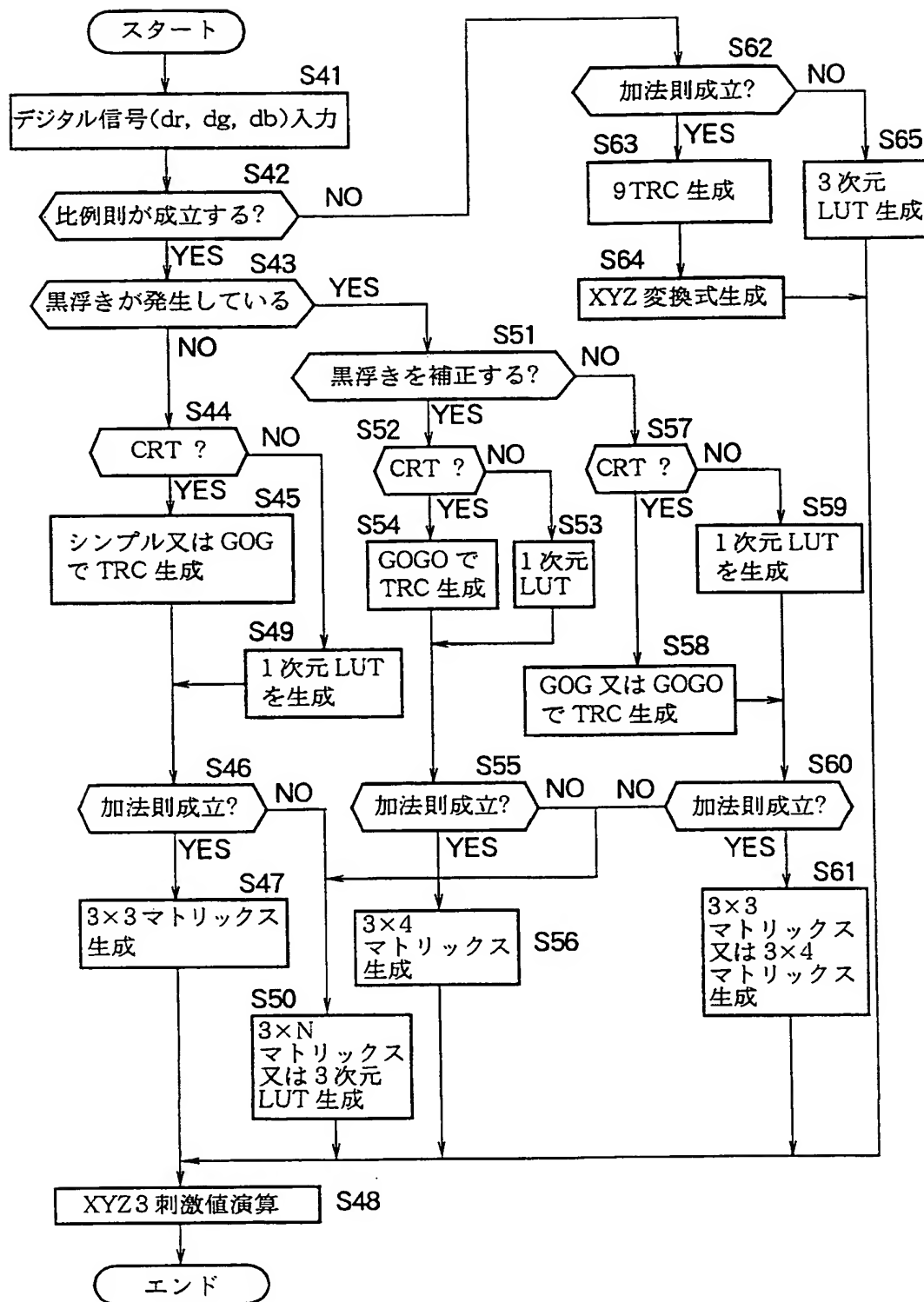


FIG.17

18/19

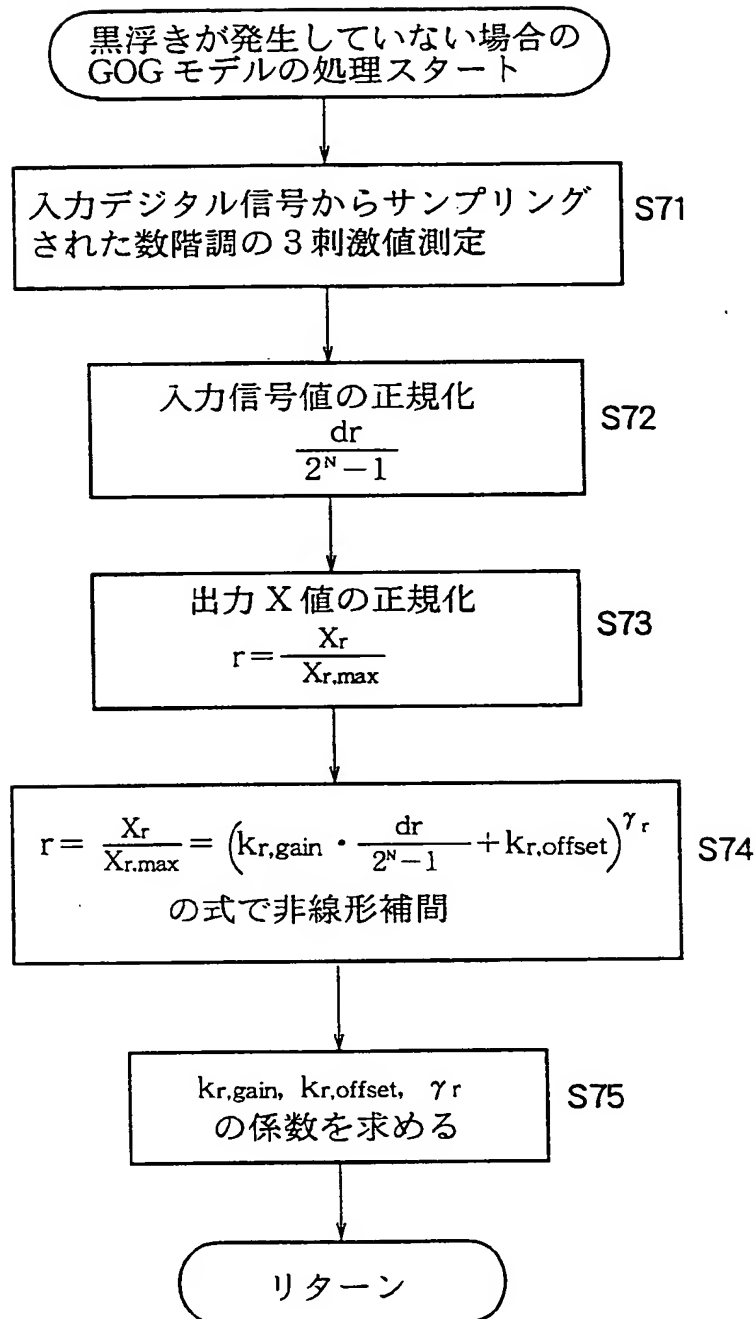


FIG.18

19/19

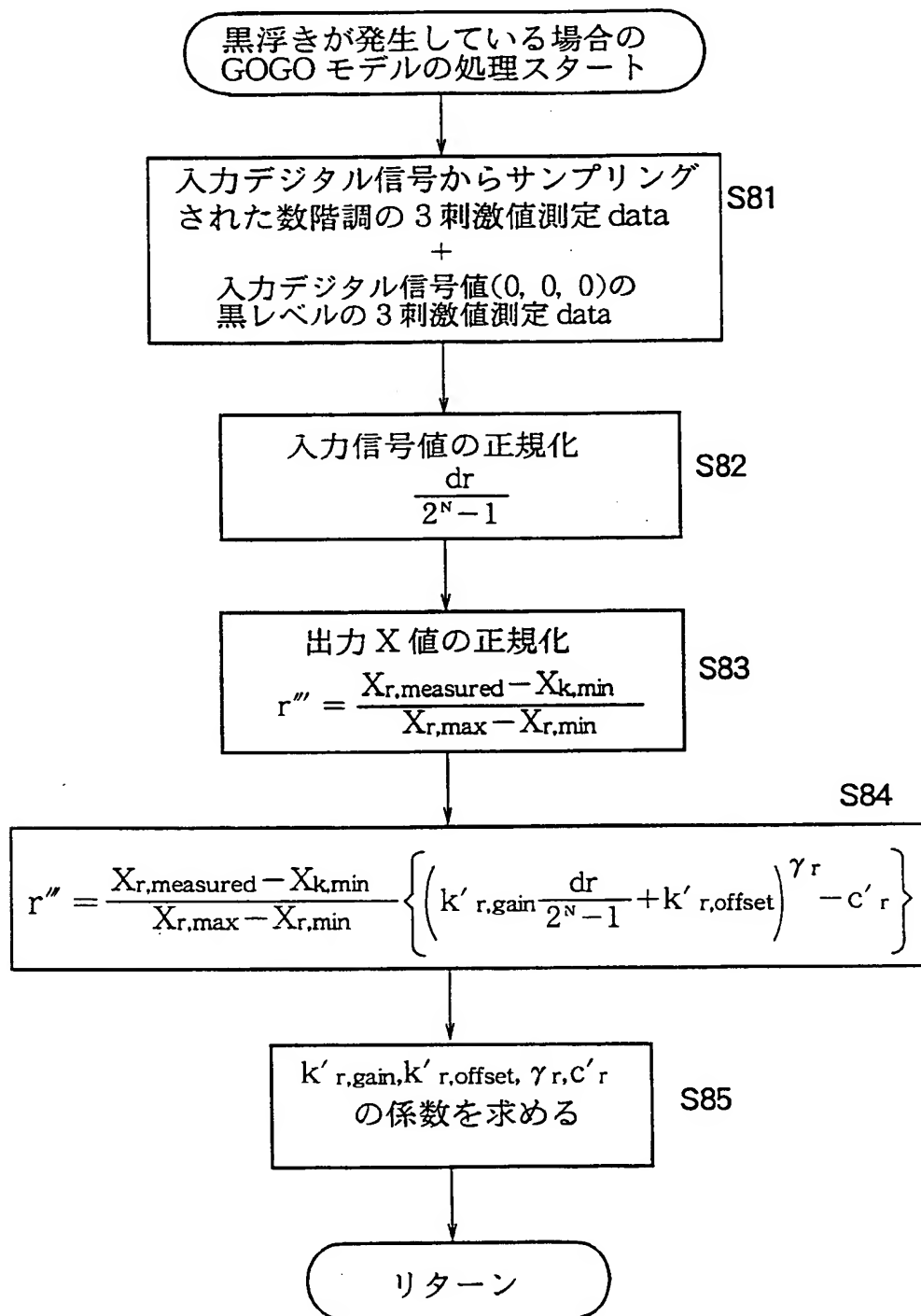


FIG.19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ G09G5/00, G06T1/00, H04N9/64, H04N1/40, H04N1/46 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁶ G09G5/00, G06T1/00, H04N9/64, H04N1/40, H04N1/46 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1997 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1997 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, A, 8-115067 (Fuji Xerox Co., Ltd.), 7 May, 1996 (07. 05. 96), Page 3, left column, line 38 to right column, line 3 ; Fig. 3 (Family: none)	1, 2, 3, 4, 5
X	JP, U, 2-109396 (Yokogawa Electric Corp.), 31 August, 1990 (31. 08. 90),	1, 2, 4, 5
Y	Page 7, lines 15 to 20	11, 12, 13
X	JP, A, 6-105331 (Sony Corp.), 15 April, 1994 (15. 04. 94), Page 3, right column, lines 44 to 47 (Family: none)	6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 15 December, 1998 (15. 12. 98)		Date of mailing of the international search report 22 December, 1998 (22. 12. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 98/04961

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ G 0 9 G 5 / 0 0、G 0 6 T 1 / 0 0、H 0 4 N 9 / 6 4、H 0 4 N 1 / 4 0、H 0 4 N 1 / 4 6

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ G 0 9 G 5 / 0 0、G 0 6 T 1 / 0 0、H 0 4 N 9 / 6 4、H 0 4 N 1 / 4 0、H 0 4 N 1 / 4 6

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1997

日本国公開実用新案公報 1971-1997

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, A, 8-115067 (富士ゼロックス株式会社), 7. 5月. 1996 (7. 5. 96), 第3頁左欄第38行目-同頁右欄第3行目, 第3図 (ファミリーなし)	1, 2, 3 4, 5
X	J P, U, 2-109396 (横河電機株式会社), 31. 8月. 1990 (31. 8. 90)	1, 2, 4, 5
Y	同上文献第7頁第15-20行目	11, 12, 13
X	J P, A, 6-105331 (ソニー株式会社), 15. 4月. 1994 (15. 4. 94), 第3頁右欄第44-47行目 (ファミリーなし)	6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 12. 98

国際調査報告の発送日

22.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大野 弘 印

5 H

9 1 7 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3533